



**CONCLUSIONES DE COTEJOS
CRIMINALÍSTICOS:
UNA VISIÓN MULTIDISCIPLINAR**

José Juan Lucena Molina
Francisco Javier Pombar Crespo

*CONCLUSIONES DE
COTEJOS
CRIMINALÍSTICOS:*

*UNA VISIÓN
MULTIDISCIPLINAR*

José Juan Lucena Molina

Francisco Javier Pombar Crespo

*CONCLUSIONES DE COTEJOS CRIMINALÍSTICOS. UNA VISIÓN
MULTIDISCIPLINAR*

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del Copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler préstamos públicos.

© *Universidad Nacional de Educación a Distancia
Madrid 2018*

*Librería UNED: c/ Bravo Murillo, 38 - 28015 Madrid
Tels.: 91 398 75 60 / 73 73
e-mail: libreria@adm.uned.es*

© *José Juan Lucena Molina y Francisco Javier Pombar Crespo*

“Este trabajo lo dedicamos a todos aquellos que han contribuido a resaltar que la importancia de las conclusiones de los informes periciales no tiene nada que envidiar a la de la inspección ocular. Uno de los dichos que frecuentemente se han oído entre los peritos del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil es que las conclusiones de los informes periciales son aquella parte de los informes que, inexorablemente, leen los Jueces. Por ese motivo y porque entender bien cómo han de hacerse las conclusiones e interpretarlas correctamente no es tarea ni mucho menos fácil, esta obra pretende ser una ayuda para todos aquellos que la tienen que llevar a cabo por su profesión.”

Los autores

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

CAPÍTULO PRELIMINAR: LAS CONCLUSIONES DEL INFORME PERICIAL, NATURALEZA JURÍDICA Y VALORACIÓN JURISPRUDENCIAL

- 0. El informe pericial como objeto del proceso
- 0.1 Informe pericial versus prueba pericial
- 0.2 Fundamento de la pericia
- 0.3 El informe pericial en la Ley de Enjuiciamiento Civil
- 0.4 Las conclusiones del informe pericial
- 0.4.1 Marco normativo: su regulación en la Ley de Enjuiciamiento Criminal
- 0.4.2 El informe pericial: ¿es necesaria la ratificación del perito?
- 0.5 El informe pericial, su valoración jurisprudencial
- 0.5.1 Libre valoración por el Tribunal conforme a las reglas de la sana crítica
- 0.5.2 El informe pericial, su valoración como prueba documental

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DE UNA POLÉMICA INTELECTUAL ACTUAL EN LAS CIENCIAS FORENSES

- 1. Introducción a la mayor controversia mundial en las ciencias forenses desde su nacimiento
- 1.1 Lo tradicional
- 1.2 Lo nuevo
- 1.3 ¿Qué hay detrás de todo esto?
- 1.4 ¿Cómo se ha llegado hasta ahí?
- 1.5 ¿Qué ha pasado en ENFSI (Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses)?
- 1.6 ¿Qué ha pasado en España?

CAPÍTULO 2: EL PROBLEMA SUBYACENTE DE LÓGICA DE RACIOCINIO

- 2. Las falacias habituales en las conclusiones de los informes periciales
- 2.1 ¿Por qué se dice que son falaces las expresiones categóricas o probabilísticas clásicas sobre cotejos criminalísticos
- 2.2 ¿Por qué las relaciones de verosimilitudes resuelven el problema de expresar la fuerza de la evidencia correctamente desde el punto de vista de la lógica?
- 2.2.1 Los que no usan la inferencia estadística
- 2.2.2 Los que usan la inferencia estadística: el lento triunfo intelectual de la ley de la verosimilitud
- 2.2.3 ¿Por qué existe tanta oposición a las relaciones de verosimilitudes en ciertas ramas de la criminalística en España?
- 2.2.3.1 El III Congreso de la Sociedad Española de Acústica Forense
- 2.2.3.2 La acreditación de los informes dactiloscópicos en el Servicio de Criminalística de la Guardia Civil por la norma ISO 17.025
- 2.2.3.3 Un proyecto de investigación en el seno del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales (IUICP)
- 2.2.3.4 El Grupo de Trabajo de Interpretación de la Red de Laboratorios Forenses Oficiales de España (RLFOE)
- 2.2.3.5 La participación de AENOR en el Comité Europeo de Normalización CEN-419
- 2.2.3.6 Publicación del libro “Estadística y evaluación de la evidencia para expertos forenses”
- 2.3 Las principales falacias descritas en la literatura científica forense
- 2.3.1 La neutralidad científica del perito
- 2.3.2 La intuición no es buena consejera cuando calcula probabilidades
- 2.3.3 Falacia del Fiscal o transposición del condicional
- 2.3.4 Falacia del abogado
- 2.3.5 Falacia sobre la probabilidad de encontrar otro cotejo positivo en una población de referencia

- 2.3.6 Falacia sobre el número de personas en la población de referencia que tendríamos que examinar para encontrar las mismas características que las halladas en la evidencia (también denominada como falacia de error de conversión numérica)
- 2.3.7 Falacia de la unicidad
- 2.3.8 Otras dificultades de interpretación relacionadas con la frecuencia relativa
- 2.3.9 Falacia de la apuesta “a priori” igual a la unidad

CAPÍTULO 3: LAS GUÍAS DE PROCEDIMIENTOS FORENSES

- 3. Las Guías forenses internacionales
 - 3.1. La Guía de ENFSI sobre conclusiones evaluativas
 - 3.1.1 Principios de la evaluación en la ciencia forense
 - 3.1.2 Tipología de conclusiones en informes periciales
 - 3.1.3 Determinación de proposiciones en conclusiones evaluativas
 - 3.1.4 Pre-valoración
 - 3.1.5 Relaciones de verosimilitudes con ausencia o insuficientes datos
 - 3.1.6 Aplicación de la Guía de ENFSI en el ámbito jurisdiccional penal
 - 3.2 Lo que dicen otras Guías técnicas internacionales sobre las conclusiones de los informes periciales
 - 3.2.1 El desarrollo de la norma ISO/NP 21043-4 bajo responsabilidad del Comité ISO/TC 272 sobre el proceso forense

CAPÍTULO 4: HACIA LA COMPRENSIÓN DE LA POLÉMICA

- 4. ¿Por qué triunfó el LR en los laboratorios forenses de ADN?
 - 4.1 Introducción
 - 4.2 Una comprensión intuitiva de la relación de verosimilitudes (LR)
 - 4.3 Profundizando en el significado de la probabilidad
 - 4.4 Origen histórico del LR
 - 4.5 Las preguntas correctas
 - 4.6 Una primera aproximación al rendimiento de los sistemas de reconocimiento y valoración estadística de una prueba científica
 - 4.7 El Teorema de Bayes en forma de apuestas
 - 4.8 La ley de verosimilitud conduce hacia la verdad
 - 4.9 Hacia la comprensión correcta de los LR de ADN
 - 4.9.1 Distinguiendo probabilidades de interés
 - 4.9.2 Interpretación de LR con perfiles de ADN nuclear
 - 4.9.3 ¿Cómo interpretar el número del LR como fuerza de la prueba?
 - 4.10 Hacia una mejor comprensión de la valoración estadística de un cotejo de perfiles de ADN en entorno forense
 - 4.10.1 El problema de la isla
 - 4.10.2 La primera lección del problema de la isla
 - 4.10.3 Acercamiento a un contexto real
 - 4.10.3.1 Incertidumbre sobre el valor de p
 - 4.10.3.2 Incertidumbre sobre N
 - 4.10.3.3 Posibles errores de catalogación (tipado)
 - 4.11 Búsquedas en base de datos

CAPÍTULO 5: EPISTEMOLOGÍA FORENSE

- 5. Fundamentos ontológicos y epistemológicos de la incertidumbre
 - 5.1 Los primeros principios del razonamiento en la filosofía del ser
 - 5.2 Hacia una comprensión metafísica y epistemológica de la incertidumbre
 - 5.2.1 Distinguiendo la certeza de la incertidumbre
 - 5.3 El proceso de intelección
 - 5.3.1 Acto de conocimiento y objeto intencional
 - 5.3.2 Crítica del conocimiento
 - 5.4 Principio de causalidad
 - 5.5 Metafísica y lógica
 - 5.6 Metafísica y ciencia

- 5.7 Introducción a los conceptos de creencia y evidencia
 - 5.7.1 Evidencia estadística
 - 5.7.2 Evaluación de la evidencia: los inicios de la perspectiva bayesiana aplicada en la práctica forense
 - 5.7.3 Prueba y evidencia
 - 5.7.4 Distinguiendo términos con mayor profundidad: certeza, opinión, probabilidad subjetiva, evidencia y creencia
 - 5.7.4.1 Evidencia y verdad lógica
 - 5.7.4.2 Ciencia, creencia y fe
 - 5.7.5 Más distinciones
 - incertidumbre, indeterminación, causa, principio, condición y ocasión
 - 5.7.5.1 Incertidumbre frente a indeterminación
 - 5.7.5.2 Causa frente a principio, condición y ocasión
 - 5.7.6 Certeza, incertidumbre, probabilidad y entropía
- 5.8 Histórica rivalidad filosófica entre el realismo moderado y el inmanentismo
- 5.9 Epistemología en el siglo XX
- 5.10 Fundamentos de epistemología general para probar hechos
 - 5.10.1 La prueba de los hechos en el procedimiento penal
 - 5.10.2 La lógica del raciocinio aplicada en la prueba de los hechos
- 5.11 Conclusiones
 - 5.11.1 De naturaleza ontológica y epistemológica
 - 5.11.2 De naturaleza científico-jurídica

CAPÍTULO 6: UN ENSAYO PARA UNA PROPUESTA DE GLOSARIO DE TÉRMINOS FILOSÓFICOS PARA UNA GUÍA DE CONCLUSIONES EVALUATIVAS

- 6. Una propuesta de glosario de términos filosóficos para la Guía de ENFSI sobre conclusiones evaluativas
 - 6.1 Introducción
 - 6.2. Crítica al término *belief* (creencia) desde el realismo moderado
 - 6.2.1 Definición de creencia en la filosofía analítica
 - 6.2.2.1 Dependencia de las potencias apetitivas y pasiones del conocimiento sensible
 - 6.2.2.2 Los estados de ánimo
 - 6.2.2.3 Dominio de la inteligencia y de la voluntad sobre las pasiones
 - 6.2.2.4 El ejercicio de la libertad y las actitudes
 - 6.2.2.5 Verdad lógica y verdad práctica
 - 6.2.3 Creencia como estado mental en la filosofía analítica
 - 6.2.4 Creencia como etapa obligada previa al conocimiento en la filosofía analítica
 - 6.2.5 Creencia como actitud proposicional en la filosofía analítica
 - 6.3. Crítica al término *evidence* (evidencia) desde el realismo moderado
 - 6.3.1 Conceptos de evidencia
 - 6.3.2 Evidencia en la gnoseología realista
 - 6.3.3 Evidencia como guía hacia la verdad
 - 6.3.4 Evidencia en el bayesianismo
 - 6.3.5 Evidencia como árbitro neutral entre teorías científicas
 - 6.4. La influencia del origen histórico del empleo del término *belief* en la definición de probabilidad subjetiva
 - 6.4.1 La noción de creencia en Hume
 - 6.4.2 Dicotomía entre conocimiento y creencia en Hume
 - 6.4.3 Inferencia bayesiana en ciencia forense
 - 6.5 Reflexionando sobre el concepto de probabilidad subjetiva de Bruno de Finetti
 - 6.5.1 Introducción
 - 6.5.2 Sobre la naturaleza ontológica del juicio de probabilidad
 - 6.5.3 Dependencia del concepto de probabilidad respecto a la verdad
 - 6.5.4 Dependencia del concepto de certeza respecto a la verdad
 - 6.5.5 Profundizando en la naturaleza ontológica y lógica del juicio de probabilidad

- 6.5.6 Evaluación de la probabilidad de la ocurrencia de un suceso o de la veracidad de un enunciado sobre hechos
- 6.5.7 Algunas consideraciones sobre el concepto de probabilidad subjetiva en Dennis Lindley (como destacado representante del bayesianismo contemporáneo)
- 6.5.8 Conceptos de probabilidad relacionados con la frecuencia y el concepto de probabilidad subjetiva
- 6.5.9 Algunas consideraciones ontológicas y lógicas sobre el concepto de frecuencia y su uso para hallar probabilidades de sucesos
- 6.6 Conclusión
- Selección de párrafos de un artículo filosófico de Bruno de Finetti sobre el concepto de probabilidad y estudio crítico-filosófico

CAPÍTULO 7: INTERPRETACIÓN BAYESIANA DE LA EVIDENCIA

- 7. Itinerario para comprender la interpretación bayesiana de la evidencia
 - 7.1 Un estándar para medir la incertidumbre
 - 7.2 Sucesos
 - 7.3 Más información para distinguir probabilidades frecuentistas y subjetivas
 - 7.4 Leyes básicas de la teoría de la probabilidad
 - 7.5 Sucesos dependientes e información de contexto
 - 7.6 Distinguiendo la probabilidad de la estadística
 - 7.7 Un estándar de coherencia para razonar con creencias bajo incertidumbre
 - 7.8 Los argumentos del corredor de apuestas
 - 7.9 Combinando grados de creencia
 - 7.10 Cambiando grados de creencia
 - 7.11 Valoración bayesiana de la fuerza de la evidencia utilizando el Teorema de Bayes en forma de apuestas
 - 7.12 Hacia una comprensión más completa del paradigma estadístico bayesiano
 - 7.12.1 Diferencias esenciales del paradigma estadístico bayesiano frente al frecuentista clásico
 - 7.12.2 La evaluación de una probabilidad según Bruno de Finetti
 - 7.12.3 Cómo calcular probabilidades predictivas
 - 7.12.4 Concepto de intercambiabilidad
 - 7.12.5 Sucesos intercambiables según de Finetti
 - 7.12.6 Teoremas de la representación
 - 7.12.7 Aplicaciones prácticas de la inferencia bayesiana en ciencia forense

CAPÍTULO 8: UNA HISTORIA DE ÉXITO

- 8.1 Los primeros años de formación e investigación del Departamento de Acústica e Imagen del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil
- 8.2 Uso forense de la tecnología de ATVS en reconocimiento de locutores

GLOSARIO DE TÉRMINOS FILOSÓFICOS PARA UNA GUÍA FORENSE DE CONCLUSIONES EVALUATIVAS (por orden alfabético)

ANEXO I: Silogismo estadístico bayesiano

ANEXO II: La relación de verosimilitudes conduce hacia la verdad

ANEXO III: Leyes de cambio de probabilidad y de improbabilidad

ANEXO IV: Explicaciones de las fórmulas matemáticas empleadas en “el problema de la isla”

ANEXO V: Teorema de Bayes y regla de Jeffrey

Estándar de ENFSI para la elaboración de informes evaluativos en ciencia forense

BIBLIOGRAFÍA

PRESENTACIÓN

La obra que tiene en sus manos es consecuencia de algo más de 30 años de dedicación profesional a la criminalística de uno de sus autores, el actualmente Coronel D. José Juan Lucena Molina, Director de la Escuela de Especialización de la Guardia Civil y Doctor en Ciencias Forenses por la Universidad de Lausana (Suiza). El Teniente D. Francisco Javier Pombar Crespo, el segundo coautor, es licenciado en Derecho y actualmente es el Secretario del Director de la Escuela de Especialización, quien aporta rigor jurídico a la obra en materia de derecho procesal penal.

El Coronel tuvo la oportunidad de conocer al Dr. Christophe Champod, uno de los principales profesores e investigadores forenses vinculado con la red de laboratorios oficiales europea ENFSI (European Network of Forensic Science Institutes), perteneciente al Instituto de Policía Científica de la Universidad de Lausana (Suiza), en 1998, en el transcurso de un congreso especializado en voz en la localidad francesa de Avignon organizado por la ESCA (European Speech Communication Association). En aquella ocasión, el Dr. Champod disertó sobre cómo evaluar la prueba científica de acuerdo con la lógica bayesiana, resaltando las frecuentes falacias de lógica de raciocinio que muchos expertos forenses cometían - sin ser conscientes de ello - en los laboratorios oficiales de todo el mundo.

Desde entonces, en estrecha colaboración con el grupo de investigación denominado entonces Área de Tratamiento de Voz y Señales (ATVS), perteneciente a la Universidad Politécnica de Madrid¹, empezó una aventura intelectual plena de obstáculos cuyo último hito es esta obra. Esta es la razón de que el texto sea, en algunas ocasiones, autobiográfico, si bien los autores piensan que en ningún momento pierden el hilo conductor que otorga a la obra unidad, es decir, una detallada explicación de cómo deben hacerse las conclusiones de informes periciales de cotejos criminalísticos, tanto desde una óptica científica como desde una óptica jurídica y filosófica.

Puede resultar novedoso el amplio contenido que tiene en esta obra la disertación filosófica. Si así ocurre es porque la disertación científica, muy ligada a la estadística, está profunda y eficientemente publicada en otras obras, muchas de las cuales se referencian a lo largo del libro. Precisamente, lo que los autores echan en falta - en foros especializados - es una fundamentación filosófica como la que este libro ofrece.

El capítulo preliminar es el único capítulo jurídico. En sus apartados se desengrana el marco jurídico inmediato en el que se insertan las conclusiones de los informes periciales.

El capítulo primero trata de poner en contexto al lector sobre el debate científico más importante que afronta la ciencia forense en nuestros días y busca motivarle para que pueda adentrarse, con buen ánimo, en otros capítulos mucho menos fáciles de leer. El capítulo segundo describe el problema de fondo con suficiente nitidez. El tercero ofrece el contexto que permite entender por qué se necesita un glosario de términos filosóficos para una guía forense sobre conclusiones evaluativas (al final del libro puede leerse la traducción al español de la parte principal de la actual Guía de ENFSI sobre este tipo de conclusiones). La traducción fue realizada por el Coronel Lucena como miembro del grupo investigador que redactó ese documento.

¹ La Guardia Civil promovió un Convenio de Colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid en el año 1997. El Convenio fue firmado por el Secretario de Estado para la Seguridad del Ministerio de Interior y el Rector de la mencionada Universidad. Estuvo en vigor hasta el año 2005, año en que el grupo de investigación ATVS se integró en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid. Desde ese año, un nuevo Convenio de Colaboración amparó la actividad científica entre ATVS y el Servicio de Criminalística de la Guardia Civil. El Convenio dejó de dotarse económicamente en el año 2008 como consecuencia de la entrada en vigor de la Ley de Contratos del Sector Público 9/2007.

El capítulo cuatro ofrece una introducción técnica suficiente para entender estadísticamente el triunfo intelectual en el ámbito científico del paradigma de la verosimilitud sobre la forma clásica de expresar las conclusiones de informes periciales de cotejos criminalísticos. Aunque se explique desde un enfoque ligado a los cotejos de perfiles de ADN, su contenido es extrapolable a cualquier clase de cotejo criminalístico. Nos apoyamos en la obra de Balding, clarificadora y asequible, y agradecemos a los Drs. Angel Carracedo (Instituto de Medicina Legal de Santiago de Compostela), Lourdes Prieto (Comisaría General de Policía Científica) y Antonio Alonso (Instituto de Toxicología y Ciencias Forenses) los comentarios realizados sobre el texto del capítulo que han permitido enriquecerlo.

Los capítulos quinto y sexto se adentran en lo que hemos denominado Epistemología Forense. Pensamos que es la primera vez que se utiliza esa denominación como disciplina específica, que obedece a la necesidad de clarificar, filosóficamente, el empleo de términos como verdad, certeza, incertidumbre, creencia, evidencia, causa, condición, ocasión, probabilidad, etc., en el contexto de su uso en conclusiones de informes periciales de cotejos criminalísticos. Tales conceptos se utilizan en el ámbito científico especializado sustrayéndolos de su ámbito filosófico propio. Y en esa tarea se evidencia una clara tendencia a darles un significado ligado al predominante entorno filosófico en el que se ejerce la criminalística, puesto que la ciencia forense moderna se ha desarrollado, principalmente, en países de cultura anglosajona, y la literatura científica en inglés es mayoritariamente abrumadora.

Los autores quieren llamar la atención sobre la necesidad de que los expertos forenses sean conscientes de la influencia de la filosofía analítica en términos tan claves y aparentemente asépticos como los de creencia y evidencia. El primero, por ejemplo, para definir el concepto de probabilidad subjetiva utilizado por los bayesianos, y el segundo, por ejemplo, al expresar el valor de prueba de un vestigio recogido en el lugar del crimen. Su comparativa con los significados que esos términos tienen en la filosofía clásica ayuda a comprender qué teoría del conocimiento es la que subyace en las expresiones de las conclusiones de los informes periciales de carácter evaluativo.

El capítulo siete quiere ser una guía hacia la comprensión de la interpretación bayesiana de la evidencia en la ciencia forense. Se dice lo suficiente como para que el lector tenga una buena base teórica al respecto. A medida que se avanza en sus secciones, el lector podrá percibir que se necesita una mayor preparación matemática de partida para su intelección. Y, finalmente, el capítulo ocho narra una historia de éxito de la inferencia bayesiana en el ámbito de la acústica forense en el Servicio de Criminalística de la Guardia Civil.

Uno de los estadísticos forenses más reconocido de nuestra época, Franco Taroni, en su obra titulada *Data Analysis in Forensic Science* destaca lo que denomina *Desiderata in Evidential Assessment*, es decir, principios que deben guiar la valoración de los datos de un cotejo criminalístico como prueba, en el contexto de nuestra obra. Desde el punto de vista del comportamiento del perito subraya estos: imparcialidad, transparencia, robustez y valor añadido. La imparcialidad la refiere a que ha de valorar el cotejo teniendo en cuenta tanto la hipótesis de la acusación como la de la defensa y eso, hoy día, sólo lo hacen los expertos en ADN de forma sistemática. La transparencia la vincula a tres preguntas que han de tener respuesta: qué ha hecho el perito en su análisis, cómo lo ha hecho y por qué. La robustez a la fundamentación científica que guía su procedimiento y el valor añadido a la proporcionalidad entre lo que se necesita saber, el coste de los medios necesarios para dar una respuesta, y la utilidad de la respuesta que pudiera darse en el caso particular de que se trate.

Los autores (Valdemoro, 13 de marzo de 2019)

CAPÍTULO PRELIMINAR: LAS CONCLUSIONES DEL INFORME PERICIAL, NATURALEZA JURÍDICA Y VALORACIÓN JURISPRUDENCIAL

0. El informe pericial como objeto del proceso

El perito es aquella persona que como tercero en el proceso, ya que no suele tener un interés manifiesto en el proceso más allá de la aportación de su dictamen, elabora un informe pericial sobre un hecho o circunstancia, bien a instancia de alguna de las partes o del propio Juzgado, bien con anterioridad al juicio oral (actos de investigación) o bien, como objeto de prueba susceptible de valoración, una vez sea sometido a la correspondiente contradicción procesal, y con la finalidad última, en este último caso, de reforzar la resolución judicial objeto de una condena (Sanz, 2003).

Todo perito debe reunir dos condiciones, por un lado, poseer conocimientos especiales y, por otro, no tener un conocimiento directo del hecho (Moreno Catena et al., 1997, página 422). Aporta al Juez una opinión basada en sus conocimientos técnicos y experiencia.

La actividad pericial puede ser tan extensa como se precise, siendo de gran importancia en la mayoría de los procedimientos por su necesidad para la interpretación de los hechos objeto de valoración judicial, sobre todo en la fase sumarial o de instrucción.

Con la reforma operada de la Ley de Enjuiciamiento Civil (en adelante LEC), la figura del perito y del informe pericial han alcanzado un valor especial, en parte, por la cada vez más activa labor realizada por los Colegios Profesionales al contribuir a la estandarización de los cánones de calidad y formación de los diversos peritos existentes en España².

El informe pericial, por tanto, no es un documento tasado, dado que se constituye como un elemento susceptible de valoración por parte de la autoridad judicial, y bajo la denominación de *dictamen* dará respuesta a determinados problemas planteados. Para ello se basará en la aplicación de técnicas en áreas de conocimiento concretas, produciendo el análisis de unos hechos o indicios que serán, a su vez, objeto de demostración, según las pretensiones de las partes y de acuerdo con el principio de contradicción procesal.

La valoración de la pericia está íntimamente relacionada con la necesidad de ser ratificada en el juicio oral. No obstante, no hay que perder de vista la posibilidad de la contradicción procesal dado que, tanto la cuestionabilidad de las partes como la posibilidad de materializar el conocido principio procesal de igualdad de medios de ataque y de defensa, hacen posible la intervención de los peritos en el propio juicio oral al objeto de que dichos dictámenes periciales puedan eventualmente ser sometidos a la preguntas y aclaraciones de las partes, todo ellos con el fin de defender, afianzar o desvirtuar las conclusiones aportadas y en relación a los hechos objeto de la causa penal³.

² La prueba de peritos en la LEC se refiere, entre otros aspectos, a su regulación como medio de prueba (arts. 335 a 352 LEC), la abstención y recusación de los peritos designados judicialmente (arts. 124 a 128 LEC), la comunicación con los peritos (art. 356 LEC), la concurrencia del reconocimiento judicial y la pericial (art. 356 LEC), el tratamiento procesal del testigo-perito (art. 370 LEC), la intervención de las partes respecto de la pericial aportada o solicitada en la audiencia previa del juicio ordinario (arts. 426.5, 427.2-4 y 429.1 LEC), el nombramiento y actuación del perito tasador para la valoración de los bienes embargados (arts. 638 y 639 LEC), el nombramiento del perito para el avalúo de los bienes del caudal hereditario (art. 783 y 784 LEC) o la intervención del perito en el cotejo de letras (art. 349 LEC). Sobre la idoneidad de los peritos, consúltese (Lucena et al., 2018).

³ Los principios de igualdad de las partes en el proceso y de contradicción se hallan incluidos genéricamente en el art. 24 de la Constitución Española cuando se refiere al derecho a la «tutela judicial efectiva de los Jueces y Tribunales» y a la exclusión de la «indefensión» (art. 24.1), y al derecho de «defensa» (art. 24.2). "Según constante y reiterada doctrina de este Tribunal -entre otras muchas, SSTC 76/1982, 118/1984, 27/1985, 109/1985, 47/1987, 155/1988 y 66/1989, el art. 24 de la Constitución, en cuanto reconoce los derechos a la tutela judicial efectiva con interdicción de la indefensión, a un proceso con todas las garantías y a la defensa, ha consagrado, entre otros, los citados principios

Por tanto y, a tenor de lo anterior, podemos decir que dentro de la actividad probatoria el informe pericial se constituye como un objeto de prueba de inestimable valor en el proceso judicial. En este sentido la actividad a realizar por el propio perito podrá estar revestida, en la mayoría de los casos, de un carácter público, en especial, cuando el perito en el ejercicio de su profesión actúa como funcionario dependiente de la Administración Pública (Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, personal dependiente de la propia Administración de Justicia como médicos, psicólogos forenses, u otros organismos como el Instituto de Toxicología y Ciencias Forenses, entre otros...), o tener un carácter estrictamente privado cuando el objeto del peritaje sea ajeno a la relación laboral del perito con la propia Administración.

Dicho lo anterior, podemos entender que el informe prestado por el perito suele ser objeto de controversia. En aquellos casos en los que sea valorado como un elemento a considerar en la llamada prueba judicial, su finalidad consistirá en llegar a establecer el criterio en el que poder apoyar la solución al problema planteado. Para ello, el propio perito se deberá fundamentar en los conocimientos propios de su ciencia o arte dejando al margen los intereses de las partes. Será difícil de conseguir en aquellos casos donde pudieran intervenir los denominados peritos de parte ya que serán precisamente contratados con el objeto de evidenciar o poner en tela de juicio determinados informes prestados por los peritos oficiales, pues intentarán menoscabar o restar credibilidad a sus respectivos informes dada la finalidad para la que fueron contratados.

0.1 Informe pericial versus prueba pericial

La prueba es una de las partes claves del proceso dado que el juez o tribunal debe formar su convicción sobre la veracidad de las alegaciones vertidas por las partes en el mismo. GASCÓN ABELLÁN resalta que *“afirmar que un hecho fáctico está probado, o que constituye una prueba, significa que ha sido verificado, que su verdad ha sido comprobada; de manera que la expresión «probar un hecho» no es más que una elipsis, una forma de decir «probar la hipótesis de que los hechos han sucedido»* (Gascón, 2010a, página 76). El objeto de la pericia variará en razón de la

de contradicción e igualdad, garantizando el libre acceso de las partes al proceso en defensa de derechos e intereses legítimos. Ello impone la necesidad, en primer término, de que se garantice el acceso al proceso de toda persona a quien se le atribuya, más o menos, fundadamente un acto punible y que dicho acceso lo sea en condición de imputada, para garantizar la plena efectividad del derecho a la defensa y evitar que puedan producirse contra ella, aun en la fase de instrucción judicial, situaciones de indefensión (SSTC 44/1985 y 135/1989) (...). En segundo término, exige también la necesidad de que todo proceso penal esté presidido por la posibilidad de una efectiva y equilibrada contradicción entre las partes a fin de que puedan defender sus derechos, así como la obligación de que los órganos judiciales promuevan el debate procesal en condiciones que respeten la contradicción e igualdad entre acusación y defensa. En el proceso penal, además, la necesidad de la contradicción y equilibrio entre las partes está reforzada por la vigencia del principio acusatorio -que también forma parte de las garantías sustanciales del proceso- que, entre otras exigencias, impone la necesidad de que la función de la acusación sea acometida por un sujeto distinto al órgano decisor (nemo iudex sine accusatore) y de que el objeto procesal sea resuelto por un órgano judicial independiente e imparcial, para lo cual es imprescindible disponer de la posibilidad de conocer los argumentos de la otra parte y manifestar ante el Juez los propios, así como poder acreditar los elementos fácticos y jurídicos que fundamentan las respectivas pretensiones. Del principio de «igualdad de armas», lógico corolario de la contradicción, se deriva asimismo la necesidad de que las partes cuenten con los mismos medios de ataque y de defensa, idénticas posibilidades y cargas de alegación, prueba de impugnación -por todas SSTC 47/1987 y 66/1989- sin que sean admisibles limitaciones a dicho principio, fuera de las modulaciones o excepciones que puedan establecerse en fase de instrucción (o sumarial) por razón de la propia naturaleza de la actividad investigadora que en ella se desarrolla, encaminada a asegurar el éxito de la investigación y, en definitiva, la protección del valor constitucional de la justicia (SSTC 13/1985, 176/1988 y 66/1989)”.

naturaleza de los hechos que dieron lugar al sumario y de las circunstancias que han de ser averiguadas.

El informe o prueba pericial tiene una diferente regulación según el tipo de procedimiento penal en el que se emite: sumario ordinario, procedimiento abreviado, juicios rápidos, procedimiento de la ley del jurado, así como el enjuiciamiento por delitos leves.

La emisión de pruebas e informes periciales está regulada entre los artículos 456 y 485 de la Ley de Enjuiciamiento Criminal⁴ (en adelante, LECrim), concretamente en el Capítulo VII del Título IV del Libro II titulado “El sumario”, bajo el epígrafe: “Del informe pericial” y, en consecuencia, esta normativa se aplica al procedimiento de sumario ordinario aunque también se aplica supletoriamente a los demás procedimientos en aquello que en estos últimos no se encuentre expresamente regulado.

Se trata de una regulación que no ha sufrido modificación alguna desde el siglo XIX y, por tanto, puede calificarse de obsoleta, inadecuada e insuficiente teniendo en cuenta el estado del arte de las ciencias y técnicas que se utilizan en las pericias que se llevan a cabo en el proceso penal en la actualidad, si bien, en este sentido es de aplicación supletoria, por aplicación las normas contenidas en la Ley de Enjuiciamiento Civil (LEC), en lo no regulado en la LECrim, conforme a lo previsto en el artículo 4 LEC.

0.2 Fundamento de la pericia

Hay que decir que los conceptos de “informe pericial” y “prueba pericial” no son lo mismo, sin embargo, la ley los usa indistintamente. El informe pericial es el objeto de la prueba pericial, pero no constituye toda la prueba pericial. El perito emite un informe, que puede o no ser ratificado. Ese informe es el contenido de la prueba pericial. Lo que el Tribunal valora es la prueba pericial, pudiendo decirse que la prueba pericial es el conjunto del informe pericial y su ratificación ante el Juzgado o Tribunal. En su realización, se distinguen tres momentos (Fernández et al., 2015, página 137):

- a) el reconocimiento, entendido como el trabajo que realiza el perito en el lugar del crimen, en el laboratorio o en otro lugar, y que consiste en describir lo observado, con la suficiente precisión y minuciosidad, abarcando tanto la revelación y recogida de vestigios como la aplicación de las técnicas necesarias para su análisis;
- b) el informe, entendido como documento donde se plasman las conclusiones y resultados obtenidos tras la aplicación de los procedimientos de las pertinentes técnicas;
- c) la declaración en el plenario o juicio oral, que se produce en aquellos casos en los que una de las partes solicita al órgano jurisdiccional la prueba pericial, momento en el cual el perito defiende las conclusiones y aclara aquellas cuestiones objeto de preguntas por las partes conforme al principio de contradicción procesal.

La finalidad de la prueba pericial, como ya se ha visto, no es otra que la aportación al Tribunal de cualquier clase de conocimientos especializados que éste no tiene por qué poseer. Por otro lado, la pericia como tal puede realizarse no sólo en la fase de juicio oral - momento en el que, por lo general,

⁴ Sentencia de la Audiencia Provincial de Barcelona, Sección 10ª, de 22 de octubre de 2002: “El artículo 456 de la LECrim dispone que el Juez acordará el informe pericial cuando para conocer o apreciar algún hecho o circunstancia importante, fueren necesarios o convenientes conocimientos técnicos, científicos, artísticos o prácticos. El peritaje en la fase de instrucción puede realizarse de oficio o a instancia de parte, teniendo naturaleza de acto de investigación. La práctica de la prueba pericial es discrecional, no siendo necesaria si el Juez puede alcanzar los fines propuestos mediante conocimientos propios o por cualquier otro medio”.

podrá adquirir el carácter de prueba -, sino también en la fase de instrucción a los efectos de poder reconstruir los hechos, establecer hipótesis e, incluso, determinar la apertura de líneas de investigación, entendiéndose que, en estos casos, el papel del informe es el de un medio o acto de investigación.

0.3 El informe pericial en la Ley de Enjuiciamiento Civil

Establece el artículo 4 de la LEC que *“en defecto de disposiciones en las leyes que regulan los procesos penales, contencioso-administrativos, laborales y militares, serán de aplicación, a todos ellos, los preceptos de la presente Ley”*.

El régimen de la prueba, se regula en una serie de normas generales comunes a los procesos declarativos que se describen en el Capítulo V del Título I del Libro II titulado “De los procesos declarativos”, bajo el epígrafe “De la prueba: disposiciones generales”, entre los artículos 281 al 298. En la Sección V del Capítulo VI del mismo Título y Libro titulada “Del dictamen de peritos” entre los artículos 335 y 352.

Su contenido se explicita en la Exposición de Motivos bajo tres aspectos (González-Montes, 2013, páginas 1-2)⁵:

a) primeramente se regula el objeto de la prueba, la iniciativa de la actividad probatoria y su admisibilidad, teniendo en cuenta los principios de pertinencia y utilidad, añadiéndose como novedad el de licitud, hasta entonces inexistente, a pesar de su introducción en el artículo 10 de la Ley Orgánica del Poder Judicial de 1985 (en adelante, LOPJ);

b) posteriormente se refiere al procedimiento, introduciendo como novedad la práctica de la prueba en el juicio o vista bajo los principios de publicidad, oralidad, concentración, contradicción e inmediación, sin perjuicio de regular aquellos supuestos de prueba anticipada o aseguramiento de la prueba, los cuales, de igual forma, siguen las mismas garantías;

c) por último, y en cuanto a los medios de prueba, se introducen algunos cambios debidos, en parte, a los avances técnicos, al referirse a *“la apertura legal a la realidad de cuanto puede ser conducente para fundar un juicio de certeza sobre las alegaciones fácticas”*.

La LEC establece que serán las propias partes las que deban designar a los peritos (artículo 335.1), siendo éstos los que deben aportar sus dictámenes como documentos que acompañen a los escritos de demanda o contestación⁶.

0.4 Las conclusiones del informe pericial

0.4.1 Marco normativo: su regulación en la Ley de Enjuiciamiento Criminal

El artículo 478 de la Ley de Enjuiciamiento Criminal establece los tres elementos que debe contener el informe pericial para una correcta valoración de la prueba pericial, a saber:

⁵ GONZÁLEZ-MONTES comenta que la prueba pericial, o “el dictamen de peritos”, según la LEC, es uno de los medios de prueba que sufre importantes cambios huyendo de la complicación procedimental a que conducía la regulación de la LEC de 1881 y en la que se viene a acentuar que lo importante es el dictamen pericial como medio de prueba más que el perito que lo emite a la hora de valorar hechos o circunstancias del asunto o de adquirir certeza sobre ellos.

⁶ También puede el órgano jurisdiccional designar al perito previa solicitud de parte, en los supuestos y mediante los mecanismos previstos en la ley (artículo 335.1 in fine de la LEC).

“El informe pericial comprenderá, si fuere posible:

- 1. Descripción de la persona o cosa que sea objeto del mismo, en el estado o del modo en que se halle. El Secretario extenderá esta descripción, dictándola los peritos y suscribiéndola todos los concurrentes.*
- 2. Relación detallada de todas las operaciones practicadas por los peritos y de su resultado, extendida y autorizada en la misma forma que la anterior.*
- 3. Las conclusiones que en vista de tales datos formulen los peritos, conforme a los principios y reglas de su ciencia o arte.”*

Conforme a estos criterios, la autoridad judicial tiene así la posibilidad y la responsabilidad de otorgar un mayor o menor valor a la prueba dependiendo de su calidad.

En España no existe una previsión legal preestablecida de valoración de las conclusiones del informe pericial. Los jueces interpretan y valoran la prueba según “el principio de libre valoración” de acuerdo con lo dispuesto en el art. 348 de la Ley de Enjuiciamiento Civil. El concepto de *sana crítica* no aparece definido en la legislación y no ha sido precisado por la jurisprudencia del Tribunal Supremo.

0.4.2 El informe pericial: ¿es necesaria la ratificación del perito?

Como regla general, el informe pericial ha de ser ratificado ante el Juez o Tribunal que lo acordó, que puede ser el Juez de Instrucción o el órgano enjuiciador⁷. A este acto pueden concurrir los abogados de las partes y, tanto el Juez como el Fiscal y las defensas, pueden pedir a los peritos aclaraciones o explicaciones sobre su informe. En cualquier caso, puesto que las pruebas se practican en el juicio oral (salvo los casos de pruebas anticipadas o preconstituidas), la regla general abarca la ratificación del informe pericial también en el juicio oral.

Esta regla general tiene una importante excepción: los informes periciales emitidos por peritos adscritos a organismos oficiales tienen valor probatorio sin necesidad de ser ratificados en el juicio oral, de no haber las partes instado tal ratificación. Mediante Acuerdo no jurisdiccional de la Sala 2ª del Tribunal Supremo de fecha 21 de mayo de 1999, se estimó que no es precisa la ratificación en el juicio oral de informes o dictámenes periciales emitidos por laboratorios oficiales, salvo que alguna de las partes lo hubiera impugnado⁸.

El fundamento de ello está en la innecesariedad de la comparecencia del perito cuando el dictamen - ya emitido en fase sumarial - es aceptado por el acusado expresa o tácitamente, no siendo conforme a la buena fe procesal la posterior negación de valor probatorio del informe documentado si éste fue previamente aceptado⁹. Por ello, la posibilidad que el acusado tiene de pedir la citación del perito al juicio oral para que allí emita su informe bajo los principios de contradicción e inmediatez, debe entenderse como una mera facultad, y no como una carga procesal del acusado para desvirtuar su

⁷ Véanse los artículos 477 de la LECrim y 346 de la LEC.

⁸ Así lo declara, por ejemplo, la Sentencia del Tribunal Supremo de fecha 1 de marzo de 2001, al indicar que *“El informe, propuesto por el Fiscal como prueba documental, no fue impugnado por las partes, ni en los escritos de defensa ni en el acto del juicio. Por lo tanto, le es de total aplicación el conocido Acuerdo del Pleno de la Sala Penal del Tribunal Supremo de 21 de mayo de 1999, relativo a los informes periciales emitidos por laboratorios oficiales, conforme al cual sólo en el caso de que hubiera una impugnación manifestada por la defensa se deberá practicar la prueba en el juicio oral; impugnación que como se ha dicho, no se produjo en este caso”*.

⁹ Sentencia del Tribunal Supremo de fecha 10 de junio de 1999: *“La segunda cuestión plantea el problema del valor del peritaje emitido durante la instrucción cuando no va acompañado de la comparecencia del perito al Juicio Oral para su ratificación. La doctrina de esta Sala viene reiterando que, en atención a las garantías técnicas y de imparcialidad que ofrecen los Gabinetes y Laboratorios Oficiales, se propicia la validez “prima facie” de sus dictámenes e informes sin necesidad de su ratificación en el Juicio Oral siempre que no hayan sido objeto de impugnación expresa en los escritos de conclusiones en cuyo caso han de ser sometidos a contradicción en dicho acto como requisito de eficacia probatoria”* y, en igual sentido, las Sentencias del Tribunal Supremo de 26 de febrero de 1993; 9 de julio de 1994; 18 de septiembre de 1995; y 18 de julio de 1998, entre otras.

eficacia. En efecto, siendo la regla general que la prueba pericial se practique en el juicio oral, y siendo lo contrario excepción fundada en la aceptación expresa o tácita del informe obrante como documental en los Autos, al acusado le basta cualquier comportamiento incompatible con esa aceptación tácita para que la regla general despliegue toda su eficacia; por tanto, podrá o bien pedir la comparecencia del perito, si así lo estima oportuno, o bien impugnar el dictamen documentado - aún sin necesidad de interesar la citación de quien lo emitió - si así lo considera mejor. En ambos casos, excluida la excepción que deriva de su posible aceptación, la ratificación del peritaje debe practicarse en el juicio oral.

El problema radica, entonces, en perfilar los términos de la impugnación. *“A este respecto debe significarse que no necesita motivarse explicitando las razones de la discrepancia o de la impugnación, y que en caso de motivarse no deja de ser tal la impugnación, en tanto que por sí misma desmiente su aceptación tácita, cualquiera que sea la causa en que se apoye. El referido Pleno no jurisdiccional de esta Sala celebrado el día 21 de mayo pasado ha aprobado que siempre que exista impugnación se practicará el dictamen en el Juicio Oral aunque aquélla se funde en la negación de presupuestos de validez que en verdad concurran en el caso de que se trate”*¹⁰.

En el mismo sentido, el Tribunal Supremo recuerda que *“el Tribunal Constitucional ha admitido la validez de los informes efectuados en fase de instrucción basados en conocimientos especializados y reflejados documentalmente en el procedimiento que permitan su contradicción y valoración”*¹¹, sin que sea precisa la presencia de sus autores en el juicio oral”¹². Esta excepción a la necesidad de ratificación está condicionada, como se ha expuesto, a que las partes no impugnen expresamente los informes periciales oficiales (incluidos los policiales).

Esto plantea un importante problema práctico: cuando el Ministerio Fiscal o las partes acusadoras formulan sus escritos de acusación, que incluyen la propuesta de pruebas para el juicio oral, no saben si las defensas, en sus respectivos escritos de calificación, impugnarán o no los informes periciales oficiales que ya se hayan emitido en la causa (por ejemplo, el análisis de drogas). Normalmente las defensas impugnan, por sistema, estos informes periciales, sobre todo en los asuntos de especial entidad (por ejemplo, en delitos relacionados con el narcotráfico). Esto supone que, por prevención, el Ministerio Fiscal suele incluir, en su propuesta de pruebas, la ratificación en el juicio oral del informe pericial, prueba que el Tribunal admitirá de ordinario, y que conlleva la necesaria citación a juicio de los policías-peritos, con las molestias que ello supone, sobre todo entre los integrantes de los órganos dedicados precisamente a emitir informes periciales¹³.

Igualmente, puesto que la impugnación de estos informes periciales suele ser genérica y rutinaria, puede ocurrir que el perito ni siquiera tenga que declarar en el juicio, bien porque la parte que impugnó el informe desista de la impugnación o porque se llegue a un acuerdo entre las partes de conformidad con la pena.

0.5 El informe pericial, su valoración jurisprudencial

0.5.1 Libre valoración por el Tribunal conforme a las reglas de la sana crítica

Especialmente ilustrativa es la Sentencia del Tribunal Supremo núm. 467/2018 de 15 octubre, en la que se recoge la doctrina jurisprudencial constante de nuestro Alto Tribunal respecto del valor probatorio del informe pericial por parte de los tribunales de justicia.

¹⁰ Sentencia del Tribunal Supremo 176/2003 de 6 de febrero.

¹¹ Sentencia del Tribunal Supremo de 5 de mayo de 1999.

¹² Sentencias del Tribunal Supremo de 5 de julio de 1990 y 11 de febrero de 1991.

¹³ Por ejemplo, de nuevo, los análisis de drogas. Para reducir la afectación del servicio estas ratificaciones se suelen realizar mediante videoconferencia.

Se conceptúa la naturaleza jurídica del informe pericial como un medio de prueba, y además, al menos en la fase sumarial, un acto de auxilio judicial para suplir la ausencia de conocimientos científicos o culturales del órgano instructor, doble naturaleza que se simplificaría a favor de su entidad como medio probatorio, si se tuviera en cuenta que, en definitiva, sirve para constatar una realidad no captable directamente por los sentidos en contraste con la prueba testifical o con la inspección ocular y que además de acordada de oficio por el propio Juez puede también ser instada por las partes¹⁴.

En este sentido, viene a establecer que no se trata, de un juicio de peritos, sino de una fuente de conocimientos científicos, técnicos o prácticos que ayudan al Juez a descubrir la verdad. Es decir, el perito informa, asesora, describe los procesos técnicos o las reglas de experiencia de que el Juez puede carecer, pero nunca le sustituye, porque no se trata de un tribunal de peritos, sino de una colaboración importante y no determinante por sí sola de la resolución judicial, ya que el Juez puede disponer de una prueba plural y diversa y de ella habría de deducir aquellas consecuencias que estime más procedentes¹⁵.

El perito, mediante su análisis, establecerá como resultado la contestación a una serie de cuestiones que previamente le han sido presentadas por la autoridad judicial y que solamente podrán ser objeto de prueba, aplicando máximas de experiencia y los conocimientos técnicos y científicos necesarios para el establecimiento de sus conclusiones. Resulta de especial interés, en relación a su justificación ulterior, el hecho de garantizar la posibilidad de repetición del dictamen pericial, ya sea por éste u otro perito, obteniéndose el mismo resultado¹⁶.

El perito puede describir el objeto de la pericia, explicar las operaciones o exámenes verificados y fijar sus conclusiones, que tienen como destinatario al Juzgador. Y en este sentido, el Juez estudia el contenido del informe haciéndolo suyo total o parcialmente o, en su caso, motivadamente, desechándolo.

Una vez, se ha dado contestación en los términos descritos en el dictamen pericial, el Juez procederá al estudio del informe, el cual no necesariamente deberá ser vinculante para él mismo, a pesar de su falta de conocimientos sobre la materia en cuestión, dado que en virtud del principio procesal de libre valoración de la prueba, será la propia autoridad judicial la que decidirá, de forma motivada y razonada, si acepta todos o parte de los términos que se hayan establecido en el dictamen pericial haciéndolos suyos total o parcialmente¹⁷.

El Tribunal es, por tanto, libre a la hora de valorar los dictámenes periciales; únicamente está limitado por las reglas de la sana crítica - que no se hallan recogidas en precepto alguno, pero que, en definitiva, están constituidas por las exigencias de la lógica, los conocimientos científicos, las máximas de la experiencia y, en último término, el sentido común- las cuáles, lógicamente, le imponen la necesidad de tomar en consideración, entre otros extremos, la dificultad de la materia sobre la que verse el dictamen, la preparación técnica de los peritos, su especialización, el origen de la elección del perito, su buena fe, las características técnicas del dictamen, la firmeza de los principios y leyes científicas aplicados, los antecedentes del informe (reconocimientos, períodos de observación, pruebas técnicas realizadas, número y calidad de los dictámenes obrantes en los autos,

¹⁴ Vid. En este sentido SSTS 228/2013, de 22-3 (RJ 2013, 8314), 386/2017, de 29-5 (RJ 2017, 2610), donde se hace referencia al informe pericial sin llegar a discutir su eventual valor probatorio, al considerar que, al menos en la fase sumarial, es un acto de auxilio judicial para suplir la ausencia de conocimientos científicos o culturales del órgano instructor.

¹⁵ Vid. STS. 224/2005 de 24-2 (RJ 2005, 1901).

¹⁶ Vid. STS. 1212/2003 de 9-10 (RJ 2003, 7233) *"...Pues bien en relación al informe pericial y en relación con la doble naturaleza, se simplificaría a favor de su entidad como medio probatorio si se tuviera en cuenta que, en definitiva, sirve para constatar una realidad no captable directamente por los sentidos en contraste con la prueba testifical o con la inspección ocular y que, además de acordada de oficio por el propio Juez, puede también ser instada por las partes"*.

¹⁷ Véase en este sentido la STS. 224/2005 de 24-2 (RJ 2005, 1901).

concordancia o disconformidad entre ellos, resultado de la valoración de las otras pruebas practicadas, las propias observaciones del Tribunal, etc.); debiendo éste, finalmente, exponer en su sentencia las razones que le han impulsado a aceptar o no las conclusiones de la pericia¹⁸.

Esta libre valoración de los dictámenes periciales para el Tribunal, se establece, con carácter general, en el art. 741 de la LECrim para toda la actividad probatoria: *"el Tribunal, apreciando según su conciencia, las pruebas practicadas en el juicio, las razones expuestas por la acusación y la defensa y lo manifestado por los mismos procesados, dictará sentencia"*, sin que pueda olvidarse la interdicción constitucional de la arbitrariedad de los poderes públicos (artículo 9.3 de la Constitución Española).

Igualmente, el art. 348 de la LEC establece que: *"el Tribunal valorará los dictámenes periciales según las reglas de la sana crítica"*¹⁹.

Cabe destacar lo establecido en STS. 936/2006 de 10-10 (RJ 2006, 7705) al afirmar que *"...las pruebas periciales no son auténticos documentos, sino pruebas personales consistentes en la emisión de informes sobre cuestiones técnicas, de mayor o menor complejidad, emitidos por personas con especiales conocimientos en la materia, sean o no titulados oficiales. Como tales pruebas quedan sujetas a la valoración conjunta de todo el material probatorio conforme a lo previsto en el artículo 741 de la LECrim., y además cuando, como es habitual, los peritos comparecen en el juicio oral, el Tribunal dispone de las ventajas de la inmediatez para completar el contenido básico del dictamen con las precisiones que hagan los peritos ante las preguntas y repreguntas que las partes les dirijan (artículo 724 de la LECrim). Y es doctrina reiterada que lo que depende de la inmediatez no puede ser revisado en el recurso de casación"*²⁰.

No obstante, y a pesar de lo anterior, la probabilidad de cuestionabilidad de dichos informes no evitará que los mismos puedan ser objeto de impugnación²¹, dado que la eventual contradicción procesal por cualquiera de las partes será obligatoria como requisito previo para su consideración como prueba al establecer, entre otros, criterios como el de la buena fe procesal²².

Además de ello, podemos decir que el momento procesal en el que desde un punto de vista estrictamente formal deberá llevarse a cabo la impugnación de los informes periciales en caso de discrepancia deberá ser, en todo caso, antes de la presentación del escrito de calificación provisional siendo digno de mención el hecho de que *"cuando la parte acusada no expresa en su escrito de*

¹⁸ Vid. Art. 348 de la LEC (RCL 2000, 34, 962 y RCL 2001, 1892), (art. 9.3 C.E. (RCL 1978, 2836)).

¹⁹ Vid. STS. 1102/2007 de 20-12 (RJ 2008, 355).

²⁰ Resaltamos que, no obstante, fuera de estos casos, las pericias son un medio de prueba de carácter personal, aunque con características propias que deben ser valoradas en función de las conclusiones expuestas por sus redactores y suficientemente contrastadas en el momento del juicio oral.

²¹ Vid. STS 765/2013 en relación con la posibilidad de que sean objeto de impugnación al decir que: *"Asimismo la doctrina de esta Sala (sentencia 834/96, de 11 de Noviembre, entre otras muchas), admite excepcionalmente la virtualidad de la prueba pericial como fundamentación de la pretensión de modificación del apartado fáctico de una sentencia impugnada en casación cuando: a) existiendo un solo dictamen o varios absolutamente coincidentes, y no disponiendo la Audiencia de otras pruebas sobre los mismos elementos fácticos, el Tribunal haya estimado el dictamen o dictámenes coincidentes como base única de los hechos declarados probados, pero incorporándolos a dicha declaración de un modo incompleto, fragmentario, mutilado o contradictorio, de modo que se altere relevantemente su sentido originario; b) cuando contando solamente con dicho dictamen o dictámenes coincidentes y no concurriendo otras pruebas sobre el mismo punto fáctico, el Tribunal de instancia haya llegado a conclusiones divergentes con las de los citados informes, sin expresar razones que lo justifiquen. En ambos casos cabe estimar acreditado documentalmente el error del tribunal. En el primer caso porque, asumiendo el informe, el texto documentado de éste permite demostrar que ha sido apreciado erróneamente al incorporarlo a los hechos probados de un modo que desvirtúa su contenido probatorio. En el segundo, porque, al apartarse del resultado único o coincidente de los dictámenes periciales, sin otras pruebas que valorar y sin expresar razones que lo justifiquen, nos encontramos -como dice la STS. 310/95 de 6.3 (RJ 1995, 1811)-, ante un discurso o razonamiento judicial que es contrario a las reglas de la lógica, de la experiencia o de los criterios firmes del conocimiento científico, esto es, se evidencia un razonamiento abiertamente contrario a la exigencia de racionalidad del proceso valorativo ..."*

calificación provisional su oposición o discrepancia con el dictamen pericial practicado, ni solicita ampliación o aclaración alguna de éste, debe entenderse que dicho informe oficial adquiere el carácter de prueba preconstituida, aceptada y consentida como tal de forma implícita" tal y como viene declarando la doctrina del Tribunal Supremo²³.

Precisamente, y al objeto de evitar este tipo de problemas, nuestra ley procesal establece que la propia fase de instrucción ofrece al imputado la posibilidad de revisar cualquier informe pericial en virtud del principio de contradicción tal y como viene establece el art. 471 de la LECrim, aceptando la posibilidad de que el procesado, al igual que el querellante, puedan nombrar "...un perito que intervenga en el acto pericial"²⁴.

0.5.2 El informe pericial, su valoración como prueba documental

Tras la reforma operada por la LECrim en virtud de la LO 8/2002, de 10 de diciembre, al modificar en relación con la nueva regulación del procedimiento abreviado el art. 788.2, ha venido a establecer el carácter documental de los informes periciales en aquellos casos donde sean emitidos por laboratorios oficiales y en relación con la aplicación de protocolos científicos que permitan su reproducibilidad con un mismo resultado. En este sentido; "... tendrán carácter documental los informes emitidos por laboratorios oficiales sobre la naturaleza, cantidad y pureza de sustancias estupefacientes, cuando en ellos conste que se han realizado siguiendo los protocolos científicos aprobados por las correspondientes normas". Recomendamos las siguientes referencias sobre este tema: (Pardo, 2008; Lucena et al., 2012).

²³ Vid. SSTS 652/2001, de 16 de abril, y 585/2003, de 16 abril. Igualmente y, en el mismo sentido, el Ministerio Fiscal, en su escrito de conclusiones provisionales, solicitó como prueba pericial, la comparecencia de los peritos que habían suscrito el dictamen de fecha 3 de abril de 2008, "... tan sólo para el caso de que por la defensa se proceda a la impugnación del informe que obra en el procedimiento sobre análisis de las sustancias intervenidas a los acusados". La defensa, al evacuar su escrito, señaló: " a) impugnamos, expresamente, el informe pericial expuesto por la Guardia Civil del análisis de la droga, peso, pureza y valoración de fecha 24 de febrero de 2010 (...); b) "impugnamos, expresamente, el informe emitido por la Subdelegación de Gobierno sobre análisis de la droga, fechado en 3 de abril de 2008" (sic). La Audiencia Provincial rechazó, mediante auto, la prueba del Ministerio Fiscal, considerando innecesaria la comparecencia del perito al estimar que la fórmula impugnativa empleada por la defensa era insuficiente para desvirtuar la disposición del art. 788.2 de la LECrim. "En efecto, la defensa cuestiona la composición cuantitativa y cualitativa de la droga. Sin embargo, no hay que olvidar que existen dos informes coincidentes en lo esencial. El primero de ellos, suscrito por la Subdirección General de Control Farmacéutico de la Dirección General de Farmacia y Productos Sanitarios, firmado por el farmacéutico responsable técnico -folio 56-; el segundo, elaborado por dos oficiales adscritos a la Unidad Orgánica de Policía Judicial de la Guardia Civil -folios 84 a 87-. Los técnicos informantes concluyen la misma composición cuantitativa y cualitativa de la droga."

²⁴ Vid. En este sentido la STS 1952/2002, de 26-11 (RJ 2002, 10514) recuerda que "...el error de hecho solo puede prosperar cuando, a través de documentos denominados "uterosuficientes" o "autosuficientes", se acredita de manera indubitada la existencia de una equivocación en la valoración de la prueba, siempre y cuando el supuesto error no resulte contradicho por otros documentos o pruebas, porque la ley no concede preferencia a ninguna prueba documental sobre otra igual o diferente, sino que cuando existen varias sobre el mismo punto el tribunal que conoció de la causa en la instancia, presidió la práctica de todas ellas y escuchó las alegaciones de las partes, tiene facultades para sopesar unas y otras y a precisar su resultado con libertad de criterio que le reconoce el art. 741 LECrim."

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DE UNA POLÉMICA INTELECTUAL ACTUAL EN LAS CIENCIAS FORENSES

1. Introducción a la mayor controversia mundial en las ciencias forenses desde su nacimiento

De acuerdo con la experiencia de no pocos expertos en *ciencia forense*²⁵, posiblemente no haya tema más apasionante y, a la vez, controvertido, que disertar sobre las conclusiones de informes periciales relacionados con *cotejos criminalísticos*²⁶.

Que levanta pasiones no es difícil advertirlo si se percibe la vehemencia con la que, por ejemplo, los dactiloscopistas defienden sus modos tradicionales de expresar las conclusiones de sus cotejos y, por otro lado, la insistencia de los *bayesianos*²⁷ a que respeten las reglas de la lógica y de la inferencia estadística para llevarlas a cabo.

En casi todos los laboratorios de criminalística del mundo conviven esas dos opuestas percepciones: la que está convencida de que los peritos son quienes tienen que determinar en qué medida lo que se compara tiene un mismo origen, y la que está convencida de que los peritos tienen que *evaluar*²⁸ en qué medida lo que observan apoya más la veracidad de una hipótesis frente a otra alternativa. Podemos encarnar esas posturas en la de los dactiloscopistas²⁹ y en la de los expertos en ADN, aunque hace tiempo que muchas ramas de la criminalística moderna han encontrado la forma de converger con el posicionamiento científicamente dominante – el preconizado por los expertos en ADN – que recibe el nombre de “relaciones de verosimilitud”³⁰ o “LR,s” que sintetiza la misma expresión en inglés: “likelihood ratio”.

Esa convivencia es paradójica, claramente contradictoria. No es posible congeniar la una y la otra percepción desde la ciencia que llamamos lógica, como si pudiera depender del área de la criminalística en la que nos encontremos. Esa realidad denota la existencia de una enfermedad esquizofrenia intelectual en el seno de no pocos laboratorios que tiene, a nuestro parecer, dos causas principales: la primera es la ignorancia (desconocimiento o insuficiente conocimiento de la *metodología científica*³¹, además de una notoria falta de formación en *estadística*³², en *teoría del*

²⁵ El término “ciencia forense” lo entendemos en sentido práctico, es decir, designa la aplicabilidad de las ciencias que permite a la Justicia cumplir sus fines.

²⁶ Los cotejos criminalísticos son comparaciones de propiedades físico-químicas analizables con técnicas y métodos científicos entre muestras halladas y recogidas en una inspección ocular realizada por la supuesta comisión de un crimen y muestras de origen conocido que los investigadores consideran de interés para la resolución del caso.

²⁷ Se utiliza el término en sentido amplio, es decir, aglutina a todos aquellos que están convencidos de la utilización de la lógica técnica bayesiana para resolver un problema de inferencia de carácter científico como es un cotejo criminalístico. Desde luego, los bayesianos no son los únicos que reclaman ese respeto.

²⁸ Evaluar es un término técnico. Entraña asumir que la fuerza de un cotejo criminalístico, como prueba, requiere analizarlo bajo, al menos, dos hipótesis alternativas que podemos relacionarlas con los intereses de las partes de un litigio.

²⁹ La referencia a los dactiloscopistas en bloque, como si todos pensarán igual en estos aspectos, es claramente una simplificación que justificaría la queja justa y razonada de algunos. Sin embargo, estos estarán de acuerdo con los autores cuando sostienen que son una minoría. Igualmente, cuando en el texto haya referencias a los grafísticos y balísticos en bloque, los coautores sostienen la misma posición.

³⁰ Verosimilitud es también un término técnico. Se trata de la probabilidad de lo observado bajo una serie precisa de circunstancias. No es fácil entender este concepto lógico-matemático, por lo que en esta obra dedicaremos un apartado especial a su comprensión. El término “relación” (también se utiliza el término “razón”) hace referencia a que se realiza una comparativa mediante una división aritmética.

³¹ El método científico caracteriza a la ciencia experimental respecto a otras ciencias. Conocer sus fundamentos es esencial para que lo que se estudie de la realidad quepa adjetivarlo de conocimiento científico-experimental. Esa metodología es profundamente estudiada por los filósofos de la ciencia.

³² La inferencia estadística forma parte de la ciencia que denominamos estadística. Se trata de un razonamiento lógico-matemático de carácter inductivo.

conocimiento³³, en *filosofía de la naturaleza*³⁴ y en *lógica clásica*³⁵, etc.) y la segunda es lo que podríamos llamar apego al “status quo”, es decir, si los Tribunales aceptan las conclusiones tradicionales de la dactiloscopia desde hace décadas, ¿por qué cambiar los modos de expresar las conclusiones si, haciéndolo, quizá sólo perciban un mayor *grado de incertidumbre*³⁶?

Lo que refleja la dicotomía descrita es el hecho de que los expertos en ciencia forense no son simples herederos de unos procedimientos que pasan de generación en generación sin un mínimo de espíritu crítico que revise la pertinencia de su modus operandi, por más que los Tribunales hayan avalado jurisprudencialmente lo que hacen. La conciencia de un experto en ciencia forense se enfrenta con el estado del arte de la ciencia que practica en cada momento histórico. Si no lo quiere hacer, ya habrá otros que se lo recuerden. Es justamente lo que pasa en no pocos laboratorios oficiales en la actualidad. No faltan las críticas científicas, sólidamente justificadas y profusa y adecuadamente difundidas, que ponen en tela de juicio “lo que se ha hecho durante toda la vida” en algunas ramas de la criminalística. Temen algunos que se cuestione lo que consideran inamovible, que *las conclusiones de los cotejos criminalísticos no dependan, exclusivamente, del perito*. Piensan que esa es su tarea específica y exclusiva, que todo ha ido hasta ahora bien así y que no existen razones para cambiar ese modus operandi.

Dificultar o impedir la discrepancia científica en el seno de un laboratorio de ciencia forense, es un signo evidente de que ese laboratorio pudiera ser dudosamente fiable como suministrador de verdadera ciencia. Pero no solo eso, porque podría llegar a convertirse en un problema para la efectiva aplicación de la justicia. Si no merecería el calificativo de científico, tampoco merecería el de neutral. Las conclusiones de los informes periciales de cotejos criminalísticos son, en la actualidad, un índice de primera magnitud para examinar cómo de neutral es un laboratorio. La neutralidad implica buscar la forma científicamente fundada de realizar la inferencia estadística. Puede haber diversas soluciones y unas pueden ser mejor que otras, tanto en general como en casos concretos, pero no es infrecuente oír expresiones de este tenor entre expertos en ramas tradicionales de la criminalística: *“dada mi experiencia en la materia y la precisión de mi metodología, la posibilidad de equivocarme en lo concluido es prácticamente despreciable”*.

Hablábamos de ignorancia y de apego al “status quo”. La frase entrecomillada puede ser un buen ejemplo de lo primero, y la insistencia en defenderla a toda costa, de lo segundo. Los autores de esta obra se proponen explicar por qué es una actitud profundamente equivocada defender el prestigio de un laboratorio por razones distintas de las meramente científicas.

³³ La teoría del conocimiento o gnoseología es una parte de la filosofía que aporta, en relación al tema que nos ocupa en esta obra, los fundamentos de los conceptos que necesita la estadística para articularse como los de verdad, certeza, incertidumbre, duda, conjetura, opinión, principio, causa, condición, ocasión, etc...

³⁴ La filosofía de la naturaleza busca el conocimiento de las primeras causas y principios del mundo natural. Esta clase de filosofía es básica para las ciencias experimentales, las cuales buscan conocer, con detalle, los principios y causas próximas o inmediatas de los distintos aspectos por ellas seleccionadas del mundo físico. En cuanto a su relación con nuestro tema, esta filosofía estudia los accidentes de cantidad y cualidad en el mundo corpóreo. Puesto que la ciencia experimental estudia realidades corpóreas cuantitativo-cualitativas, es posible utilizar las matemáticas para, por ejemplo, caracterizar sus propiedades, descubrir leyes empíricas, hacer mediciones, etc. La filosofía de la naturaleza consideramos que es imprescindible para una adecuada comprensión de la naturaleza filosófica de la probabilidad.

³⁵ La lógica clásica nace con Aristóteles (siglo IV a.C.). Su lógica filosófica permitió asegurar el razonamiento riguroso, por lo que toda ciencia, entendida como conocimiento cierto por sus causas, debe a la lógica clásica su rigor intelectual.

³⁶ El término “incertidumbre” es utilizado en esta obra en idéntico sentido, es decir, como “falta de certidumbre”. La certidumbre se entiende como el estado mental al que llega la inteligencia cuando intenta conocer algún aspecto de la realidad y se muestra ante ella, con evidencia, la adecuación entre lo que la mente ha sido capaz de captar y lo que la cosa conocida es en la realidad. También se alcanza certidumbre cuando la inteligencia capta la evidencia intelectual que es fruto de un razonamiento hecho conforme a las reglas de la lógica.

1.1 Lo tradicional

Si el lector ha tenido la oportunidad de leer un informe pericial de un laboratorio forense policial español, bien sea de dactiloscopia, balística o grafística (análisis de escritura y firma manuscritas), sabrá que las conclusiones de los cotejos dactiloscópicos, balísticos y grafísticos consisten en *proposiciones*³⁷ en las que se afirma que lo comparado procede de un mismo origen o, en su caso, de orígenes distintos. Fuera de esas dos categóricas expresiones de carácter identificativo, existe la posibilidad de leer que la procedencia la consideran probable (suelen ofrecerse expresiones probabilísticas que expresan diferentes grados de seguridad en lo afirmado) o que no es posible pronunciarse sobre lo comparado dado que no se dispone de suficiente información o se considera deficiente. Esto es así porque se concibe el papel del perito como el de quién tiene que decidir sobre la procedencia del vestigio recogido y analizado. Al Juez le corresponde pronunciarse sobre la criminalidad o no de la conducta del sospechoso, y para ello tendrá en cuenta, como un elemento valorativo más – reclamando el perito su competencia técnica para ello –, las conclusiones de los informes periciales científicos. Por eso, cuando los peritos clásicos observan que sus valoraciones no son apreciadas por los Tribunales como ellos esperan, sienten que se han entrometido en su dominio de competencia con la consiguiente sospecha de falta de rigor en sus raciocinios.

Cuando los autores criticamos este modus operandi lo hacemos desde la ciencia de la lógica aplicada a un cotejo criminalístico, no desde el punto de vista relacionado con los procedimientos comparativos de carácter descriptivo empleados en la criminalística clásica.

1.2 Lo nuevo

Si ahora contemplamos la posibilidad de que el lector haya leído un informe pericial de cotejo de *perfiles de ADN*³⁸, verá que en las conclusiones no se expresa proposición alguna parecida a una toma de decisión acerca de la procedencia del perfil hallado en la inspección ocular. Observará que el perito utiliza un lenguaje nuevo mediante el cual expresa un nuevo concepto que técnicamente se denomina razón o relación de verosimilitudes. Numéricamente hablando observará que esa expresión se vincula a cifras que no tienen el rango tradicional de las expresiones probabilísticas (de 0 a 1, o de 0% a 100%), sino que se enmarcan dentro de un rango que varía de 0 a infinito. Además, verá que el perito utiliza una forma de expresar el resultado muy cuidada e inusual: “lo observado apoya diez millones de veces más la proposición de que los perfiles comparados y coincidentes pertenecen a una misma persona que la proposición de que los perfiles comparados y coincidentes pertenecen a personas distintas de la misma población de referencia”, donde la cifra mencionada expresa la relación de verosimilitudes y, por consiguiente, la fuerza de la prueba (en adelante, se expresará indistintamente este mismo concepto mediante la expresión “fuerza de la evidencia” por ser el más utilizado en la literatura forense especializada por influencia del inglés). La primera de las proposiciones es lo que suele defender la acusación sobre lo peritado (la vinculación del vestigio hallado con el sospechoso), y la segunda proposición, por el contrario, lo que suele defender la defensa (la desvinculación del vestigio hallado con su defendido).

1.3 ¿Qué hay detrás de todo esto?

Detrás de todo puede decirse que se encuentra el principal avance en ciencia forense experimentado a lo largo del siglo XX en palabras de uno de los más prestigiosos y valorados expertos forenses europeos, el británico Ian Evett, durante casi toda su vida profesional miembro del extinto Servicio Forense Británico (conocido por sus siglas en inglés, FSS) - sin duda, uno de los laboratorios de criminalística más prestigiosos de Europa desde el punto de vista científico -. Vinculado a los inicios

³⁷ El término “proposición” es utilizado en lógica para expresar una hipótesis (ejemplo: la muestra recogida en la inspección ocular procede del sospechoso).

³⁸ Conjunto de marcadores de la cadena de ADN humano analizados mediante la aplicación de un kit comercial ideado para la identificación personal. Los marcadores pueden entenderse como “zonas” específicas en la cadena de ADN.

del uso de la tecnología del ADN para la identificación de personas, su investigación en el campo de la valoración estadística de un cotejo entre perfiles de ADN ha sido numerosas veces reconocida y premiada³⁹. Su defensa de lo que él denominó “principios de la evaluación” del valor de prueba de un cotejo en términos estadísticos, es decir, científicos, está ligada a estas tres premisas:

“1ª.- La interpretación de los hallazgos científicos se interpretan dentro de un marco de circunstancias (la interpretación depende de la estructura y del contenido de dicho marco).

2ª.- La interpretación sólo tiene sentido cuando se formulan dos o más proposiciones competitivas.

3ª.- El papel del experto en ciencia forense es el de considerar la probabilidad de los hallazgos dadas las proposiciones formuladas, y no la probabilidad de las proposiciones. Se formula mediante una relación de verosimilitud.” (Cook et al., 1998a; Cook et al., 1998b; Evett et al., 2000a, Evett et al., 2000b).

Los principios de evaluación de un cotejo criminalístico sintetizan ese avance calificado por Evett como “espectacular” (Evett, 2009) porque rompen con la tradición de considerar que el perito es quién debe determinar la procedencia de un vestigio recogido en la inspección ocular y consagra un nuevo escenario en el que se habla de, al menos, dos proposiciones a tener en cuenta, y se sopesa en qué medida lo observado es más fácil verlo si una de ellas es cierta frente a que lo sea otra de entre las posibles. Aparentemente pocas palabras de diferencia distintas, pero en el fondo hay un verdadero abismo con el antiguo modo de pensar. Expresa realmente una diferencia enorme entre el siglo XXI y la época precedente en el modo de valorar estadísticamente un cotejo criminalístico.

1.4 ¿Cómo se ha llegado hasta ahí?

Distintos filósofos de la ciencia y destacados estadísticos, en el transcurso del siglo XX, llevaban tiempo proponiendo soluciones a un viejo problema no resuelto: ¿cómo se valora, verdaderamente, la fuerza de la *evidencia*⁴⁰? No hace falta ser bayesiano, en su sentido formal estricto, para aceptar que la fuerza de la evidencia se mide mediante relaciones de verosimilitudes. Estadísticos de distintas escuelas han defendido esta particularidad desde sus distintas concepciones de su ciencia. Podemos citar la obra de Richard Royall titulada “Statistical Evidence: A Likelihood Paradigm” como ejemplo de un reconocido estadístico norteamericano que defiende esta tesis desde su concepción estadística ligada a la escuela de la verosimilitud. En ella cita al filósofo de la ciencia Ian Hacking como el primero en formular la siguiente proposición (traducción de los autores): “*Si la hipótesis A implica que la probabilidad de que una variable aleatoria X tome el valor x sea $p_A(x)$, mientras que la hipótesis B implica que la probabilidad sea $p_B(x)$, entonces, la observación $X = x$ es evidencia que apoya a A sobre B sí y sólo si $p_A(x) > p_B(x)$, y la relación de verosimilitudes $p_A(x) / p_B(x)$ mide la fuerza de esa evidencia*”⁴¹, en 1965.

³⁹ Por ejemplo, en el año 2000 recibió el premio al científico más destacado de ENFSI, siendo la primera vez que la entidad concedía el galardón.

⁴⁰ El término “evidencia” utilizado en la lengua inglesa es mucho más polisémico que en la lengua española. Se utiliza aquí para expresar lo que el experto es capaz de observar cuando compara una muestra dubitada (se desconoce su origen) con otra indubitada (se conoce su origen). La expresión “fuerza de la evidencia” significa el valor de prueba que tiene el cotejo con respecto a las hipótesis que se barajan. Esa fuerza se mide mediante las “relaciones de verosimilitudes”.

⁴¹ Esta forma de enunciar la ley de la verosimilitud es específica de Royall. No dice nada nuevo respecto a lo escrito en la obra de Hacking, por eso atribuye su autoría al filósofo de la ciencia, pero la reformula con lenguaje propio de la estadística actual, haciéndola más inteligible a cualquier lector familiarizado con ella. Esta ley puede enunciarse, análogamente, para variables continuas.

Sin duda, para entender esta proposición habría que explicar antes algunas nociones básicas de la teoría de la probabilidad, algebra y análisis matemático, además de la notación matemática empleada, pero todo eso se hará más adelante.

Sin embargo, otros estadísticos ligados a la escuela bayesiana retrotraen en el tiempo esa forma de entender la fuerza de la evidencia a algunos científicos de finales del siglo XIX y principios del XX, como Jules Henri Poincaré, o al filósofo norteamericano Charles Pierce al que se le atribuye ser el primero en sugerir el uso del logaritmo de la relación de verosimilitudes como medida de la información contenida en la evidencia, denominándola “fuerza de la evidencia” (Taroni et al. 2014, edición digital, posición 2269).

Si las bases racionales de lo que hemos denominado “novedad” se asientan sólidamente en el último tercio del siglo XX, desde entonces hasta nuestros días se ha desarrollado extraordinariamente la estadística bayesiana aplicada en la ciencia forense. Como botón de muestra, puede consultarse una serie de publicaciones científicas relacionadas con el cálculo de relaciones de verosimilitudes en distintas áreas de la criminalística que están disponibles para quienes quieran aplicarlas en los laboratorios forenses oficiales (apartado 5.7.2 de esta obra).

A pesar de que la literatura científica de ciencia forense - desde hace décadas - ofrece posibilidades de mejora científica en la valoración estadística de los cotejos criminalísticos a los laboratorios utilizando técnicas de estadística bayesiana, el ritmo en que los laboratorios oficiales han ido incorporando en sus procedimientos técnicos esas mejoras es muy dispar. Todo ello tiene directamente que ver con la competencia académica y técnico-científica de su personal.

También ocurre que la diferencia de mentalidad, con respecto a las pruebas de naturaleza científica, entre el derecho procesal anglosajón y el derecho procesal continental (europeo), en el primer caso utilizando *reglas de la evidencia* que controlan la calidad de la ciencia aplicada en cada caso, y en el segundo el *principio de libre valoración de la prueba*, que partiendo de la competencia técnica de los funcionarios públicos y de su neutralidad se centran mucho menos en cuestiones de naturaleza científica, hacen que los cambios de paradigma científicos como el considerado en materia estadística sean vistos y tratados de forma muy diferente en uno y otro contexto.

En el ámbito anglosajón, los errores judiciales vinculados con pruebas periciales científicas han hecho pronunciarse al organismo federal de los Estados Unidos más importante de la nación en materia científica: la Academia Nacional de Ciencias. El denominado informe NAS del año 2009 (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2009) marcó un hito en ese país en el ámbito profesional de la ciencia forense, con repercusiones en el ámbito político. Ese tipo de controversias originadas por un supuesto uso de lo que los anglosajones llaman ciencia basura, nunca se ha producido en países en los que rige el derecho continental, como es el caso de España (Lucena et al., 2012, páginas 88-89).

1.5 ¿Qué ha pasado en ENFSI (Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses)?

ENFSI es una red conformada por 69 laboratorios oficiales de 37 países. Su estatus jurídico es el de un acuerdo entre directores de laboratorios que recibe el apoyo de la Unión Europea al reconocerle que se trata de la red de laboratorios forenses más importante en su seno. Para ser miembro de ENFSI es necesario cumplir una serie de requisitos a los que, voluntariamente, ha de adherirse el laboratorio solicitante, además de requerirse el aval de miembros de ENFSI para que un nuevo miembro quiera pertenecer a la red.

El elemento más importante de ENFSI para lograr sus objetivos es el Grupo de Trabajo. Existen, actualmente, 17 grupos, y los miembros de ENFSI se integran en ellos en la medida de sus capacidades e intereses. Cuando no existe posibilidad de crear un grupo en un área de la ciencia forense determinada, bien porque pocos laboratorios cuentan con personal especializado en la

materia, bien porque puedan existir otras razones que aconsejen utilizar otros recursos de la red para promocionar su conocimiento y utilización, se acude a la figura del Simposio, Jornadas “One Day – One Topic”, etc. Este es el caso de las acciones formativas denominadas FORSTAT de ENFSI (FORSTAT, 2018). Organizadas desde el año 2007, se han celebrado 10 ediciones hasta la fecha de dos días de duración. El objetivo de esas sesiones es introducir a los especialistas de los laboratorios oficiales en el uso de técnicas estadísticas emergentes para su aplicación forense. En todos los casos, la estadística bayesiana ha ocupado un lugar preponderante por la versatilidad que ofrece en la resolución de múltiples casos relacionados con toda clase de áreas de la criminalística y porque la mayoría de sus promotores (organizadores y profesores) son bayesianos.

Los Institutos miembros de ENFSI que han organizado las actividades FORSTAT, desde sus orígenes, son las Universidades de Edimburgo (Reino Unido) y el Instituto de Investigación Forense de Cracovia (Polonia), concretamente el Catedrático de Estadística Colin Aitken y el investigador Grzegorz Zadora. Ambos colíderes de la iniciativa han contado habitualmente con la colaboración de un grupo de expertos en diferentes disciplinas criminalísticas en materia estadística, que cabe encuadrarlos, sin duda, entre los mejores especialistas de la red: Roberto Puch-Solis (exmiembro del Servicio Forense Británico y experto en ADN), David Lucy (Universidad de Lancaster, estadístico forense), Graham Jackson (Universidad de Abertay, ingeniero informático), Anders Nordgaard (estadístico forense del Laboratorio sueco), Anjali Mazumder (Universidad de Warwick, estadística forense) y Tereza Neocleous (Universidad de Glasgow, estadística forense), entre otros.

Con respecto al informe NAS del año 2009, en el seno de ENFSI se evidenciaron las diferencias de opinión entre especialistas de los laboratorios oficiales a favor o en contra del *cambio de paradigma*⁴² en la ciencia forense. Entre estos últimos se posicionaron, muy mayoritariamente, los de carácter policial. Estaba clara la ventaja de la posición dominante de quienes defendían seguir como hasta entonces en la mayoría de los laboratorios oficiales europeos, pero empezaron a surgir iniciativas de calado en algunos laboratorios de la red ENFSI. El laboratorio sueco, considerado como uno de los mejores de la Unión Europea, ya se había decantado oficialmente por incorporar el *paradigma de la verosimilitud* de forma paulatina y sistemática en todas las áreas que fuera aplicable. Contaba con un estadístico reconocido en el grupo FORSTAT de ENFSI por sus contribuciones científicas en las revistas de ciencia forense más importantes de Europa, el Dr. Anders Norgaard. Intentaron seguir sus pasos algunos miembros del laboratorio holandés – después del informe NAS 2009 -, quizá el mejor laboratorio europeo en ciencia forense, escogido oficialmente por el Tribunal de La Haya para la realización de pericias criminalísticas, y lograron que el paradigma de la verosimilitud se incorporase en algunas áreas de la química forense, además de la biología forense. El laboratorio belga contaba con una experta en estadística forense formada en el Instituto de Policía Científica de la Universidad de Lausana (Suiza), la Dra. Aurélie Barret. El laboratorio irlandés contaba con la principal impulsora oficial del cambio de paradigma en ENFSI, su directora, la Dra. Sheila Willis, que, a su vez, formó parte de la Junta Directiva de la entidad durante muchos años. Los principales impulsores intelectuales del cambio de paradigma fueron un investigador del Instituto de Investigación Forense de Cracovia (Polonia), el Dr. Grzegorz Zadora, algunos profesores del Instituto de Policía Científica de la Universidad de Lausana (Suiza) como el Dr. Christophe Champod y el Dr. Franco Taroni, y algunos profesores de estadística de Universidades del Reino Unido como el Dr. C.G.G. Aitken (Universidad de Edimburgo) o el Dr. D. Lucy (Universidad de Lancaster). Estos últimos no nos perdonarían si no hiciéramos una especial referencia a las contribuciones científicas, en esta línea, del Dr. Ian Evett y algunos otros destacados científicos del extinto Servicio Forense Británico.

En clave española, habría que destacar la contribución de profesores e investigadores del Área de Tratamiento de Voz y Señales de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid en iniciativas promovidas por los impulsores de los seminarios FORSTAT, como es el caso de los Dres. Joaquín González y Daniel Ramos. Sus investigaciones en el ámbito de la validación de los

⁴² Con esta denominación nos referimos a adoptar los principios de la evaluación de la evidencia tal y como fueron descritos en el apartado 1.3.

métodos de cálculo de las relaciones de verosimilitudes aplicables a cualesquiera disciplinas criminalísticas les valió el aprecio de todos los expertos mencionados en el seno de ENFSI. Desde que les “descubrieron”, se dieron cuenta que ya no se separarían de ellos en la investigación en estos nuevos campos de la ciencia forense y, afortunadamente, así sigue en nuestros días.

La Guía de ENFSI sobre conclusiones evaluativas editada en marzo de 2015, primera guía de naturaleza estadística que fue desarrollada gracias a la financiación de un proyecto Monopoly con fondos europeos, fue fruto de la colaboración investigadora de los miembros de ENFSI que promueven el grupo FORSTAT, junto con la Dra. Sheila Willis, directora del Laboratorio de la Garda irlandesa, durante muchos años miembro de la Junta Directiva de ENFSI y líder del proyecto, y los profesores-investigadores del Instituto de Policía Científica de Lausana (Suiza) Christophe Champod, Alex Biedermann y Franco Taroni, entre otros. Será objeto de una explicación más exhaustiva en un apartado específico.

A pesar de que la Guía mencionada fue considerada por la Junta Directiva de ENFSI, durante sus años de desarrollo (2012-2015), como uno de sus objetivos programáticos más importantes en las memorias anuales, y que se desarrolló con la colaboración de los Grupos de Trabajo de ENFSI y sus Comités, su implantación – ofrecida mediante un plan específico insertado en la propia Guía – sigue siendo un reto para la amplísima mayoría de los laboratorios de la red.

El cambio de paradigma que la implantación de las relaciones de verosimilitudes supone en los cotejos criminalísticos de todo orden no es pacíficamente aceptado en todos los Grupos de Trabajo. Los Grupos de Trabajo vinculados a las áreas de la criminalística más tradicionales (cotejos dactiloscópicos, balísticos o grafísticos), preferentemente existentes en laboratorios policiales, son las que más se han opuesto a aceptar la efectiva implantación de la Guía, aunque los autores pensamos que no se corresponde esa decisión con el desarrollo tecnológico de sus áreas de especialización. Los sistemas automáticos de identificación dactilar, balística o de escritura y firma manuscritas son una realidad desde hace muchos años, aunque los expertos policiales en esas materias los usan para realizar búsquedas en bases de datos, no como herramientas forenses, lo cual no deja de ser sorprendente.

Las polémicas relacionadas con la interpretación estadística de los resultados de los informes periciales científicos que se han mencionado dentro del ámbito anglosajón llegaron a Europa, como no podía ser de otra manera, y a ENFSI. Sin embargo, el eco que esas polémicas alcanzaron en los países europeos fue muy distinto. Mientras que los más próximos al ámbito anglosajón como los Países Bajos o del norte europeo fueron mucho más sensibles a los comentarios del mencionado informe NAS del año 2009, los países más vinculados al derecho continental lo fueron mucho menos.

Mientras que los Grupos de Trabajo en los que hay especialistas que trabajan con relaciones de verosimilitudes, como los de Biología Forense o Acústica Forense, han aceptado la Guía de ENFSI de conclusiones evaluativas sin especiales problemas, aunque reconocen que no todas sus recomendaciones pueden implantarse en el seno de sus laboratorios, por el momento, los Grupos de Trabajo más refractarios a su implantación se posicionan en contra. Las Guías de ENFSI no son obligatorias, ni siquiera para pertenecer a ENFSI. No obstante, están redactadas por los que la red considera sus principales expertos en cada materia y ya se ha explicado, más arriba, que la Guía de conclusiones evaluativas ha sido redactada por los mejores especialistas de ENFSI en estadística forense.

1.6 ¿Qué ha pasado en España?

España es un país insertado en la tradición del derecho continental. Sus laboratorios forenses pertenecientes a ENFSI están vinculados, mayoritariamente a cuerpos policiales. Salvo en los departamentos de Biología de los laboratorios y, excepcionalmente, en el de Ingeniería de la Guardia

Civil (Área de Acústica), las relaciones de verosimilitudes no son utilizadas en los procedimientos técnicos relacionados con cotejos criminalísticos.

Por tanto, en los laboratorios de la red españoles conviven las perspectivas clásica de valoración de los cotejos criminalísticos (expresiones categóricas o probabilísticas sobre la procedencia de la muestra dubitada respecto a una fuente potencial) con las perspectiva de los LR,s en los departamentos mencionados (cotejos de perfiles de ADN y de voces, en la Guardia Civil).

Mientras que en la biología forense, el paradigma del LR fue predominante desde sus albores, y todos los especialistas en la materia se han formado en esa corriente estadística que podríamos denominar, genéricamente, bayesiana, en el resto de ramas de la criminalística – salvo la excepción del reconocimiento de locutores por sus voces en la Guardia Civil que tiene su propia historia – se sigue utilizando la inferencia estadística clásica, cuando se utiliza, porque en la criminalística tradicional no se ha hecho uso de ella, generalmente.

Podemos afirmar que la introducción del paradigma de los LR,s en España tiene nombre y apellidos, es decir, son muy pocos los especialistas de los laboratorios oficiales pertenecientes a ENFSI que entiendan en profundidad el cambio de paradigma desde el punto de vista lógico-estadístico, y esto es así – pensamos que con conocimiento de causa - por la escasa preparación en materia estadística de muchos de los integrantes de los laboratorios oficiales como especialistas. Sin duda, cuanto mayor nivel académico tenga el especialista, más fácilmente será proclive a entender y valorar el significado del cambio.

Un problema adicional – no menos relevante – es la predominante situación de dominio de los cargos de responsabilidad de los laboratorios policiales en España por parte de quienes carecen de una formación específica y experiencia profesional como expertos en criminalística. No ha sido siempre así en la historia de esos laboratorios, pero esa circunstancia explica, en buena parte, la reacción de los laboratorios policiales españoles en la polémica suscitada por el cambio de paradigma estadístico aplicable a los cotejos criminalísticos.

Los laboratorios oficiales no policiales están integrados por personal con títulos oficiales del sistema educativo nacional. Debido a que no suelen realizar pericias dactiloscópicas, grafísticas o balísticas, en ellos se percibe una disposición más abierta hacia un cambio de paradigma como el que nos referimos porque practican la química forense, la medicina forense o la toxicología. Sin duda, en ello contribuye su mejor formación estadística recibida en el transcurso de sus estudios, si bien esa formación está preferentemente vinculada a la estadística clásica, no a la estadística bayesiana.

Los especialistas pertenecientes a las escalas facultativas de los cuerpos policiales son los que suelen tener mejor preparación estadística. Para un estudio actual y pormenorizado de la formación que reciben los peritos criminalísticos de los laboratorios oficiales españoles integrados en ENFSI, puede consultarse la obra titulada “La relevancia del título oficial del perito criminalístico nombrado por el Juez en la jurisdicción penal española” (Lucena et al., 2018).

CAPÍTULO 2: EL PROBLEMA SUBYACENTE DE LÓGICA DE RACIOCINIO

2. Las falacias habituales en las conclusiones de los informes periciales

2.1 ¿Por qué se dice que son falaces las expresiones categóricas o probabilísticas clásicas sobre cotejos criminalísticos

Las falacias son errores de lógica en el razonamiento. Aristóteles, primer lógico de la historia, determinó las reglas del buen pensar en el razonamiento deductivo, es decir, aquél que, partiendo de premisas verdaderas, intenta alcanzar una conclusión igualmente verdadera, mediante una deducción. Sin embargo, en el razonamiento inductivo, el más propio de la ciencia experimental, no existen reglas semejantes a las aristotélicas. Los avances en lógica inductiva en el siglo XX han sido muy importantes y, entre ellos, destaca la conocida como regla de Jeffrey que se fundamenta en la teoría de la probabilidad (Taroni et al. 2014, posición 1371).

Si decimos que las falacias son errores lógicos, queremos decir que su uso en el razonamiento conduce al error, inexorablemente. Por ser errores lógicos, es fácil demostrar que se trata de errores empleando las matemáticas.

El problema de este tipo de errores es que no son fácilmente detectables – queremos decir intuitivamente detectables – y requieren de una cierta preparación lógico-matemática. Esta es la verdadera y principal razón de por qué les cuesta a muchos especialistas de laboratorios oficiales advertir su existencia y entender su naturaleza.

¿Qué problema puede haber en deducir, a partir de un cotejo dactiloscópico en el que coinciden doce puntos característicos de diversa tipología y no advertir discrepancias en las zonas analizables, que la huella dactilar procede del sospechoso?

La dactiloscopia tiene más de 100 años de historia, es una de las prácticas criminalísticas más importantes en todo el mundo, las conclusiones de los dictámenes son muy parecidas en cualquier parte del planeta y la relevancia de sus conclusiones son más que evidentes para cualquier Juez, investigador policial o abogado defensor.

Pues bien, el problema del que hablamos se llama inducción. La inducción es una forma de razonamiento lógico que tiene la particularidad de que parte de conocimiento, información y experiencia limitados y trata de llegar a conclusiones más generales. Hay diversos tipos de inducción. Uno de los principales para los seres humanos es la *inducción esencial*. Gracias a ella podemos formular conceptos. Los conceptos exigen un *proceso de abstracción* porque los sentidos humanos (externos, como el oído; o internos, como la imaginación) captan los *sensibles propios*⁴³ de cada sentido y los *sensibles comunes*⁴⁴ de acuerdo con su forma natural de percibirlos. Y, posteriormente, hace falta el *sensorio común*⁴⁵ para que la inteligencia pueda captar la *forma* de la cosa que pretendemos conocer en el mundo exterior. Esta descripción del proceso de formación de un

⁴³ Los sensibles propios de los sentidos son aquellas cualidades sensibles capaces de ser captadas directamente por los correspondientes órganos sensoriales. Por ejemplo, la luz y el color para el sentido de la vista, los olores para el sentido del olfato, los sonidos para el sentido del oído, etc.

⁴⁴ Los sensibles comunes son las dimensiones, los movimientos, el número, etc., que son captados por los sentidos desde su peculiar modo de captar información.

⁴⁵ Sentido interno que permite unificar la información que reciben los sentidos externos, proporcionando el conocimiento sensitivo necesario para que la inteligencia pueda realizar el proceso de abstracción, lo que se denomina en psicología la simple aprehensión, primera operación de la inteligencia.

concepto, de acuerdo con la teoría del conocimiento aristotélica, lo estudia la ciencia que llamamos psicología.

Mediante la abstracción, la mente puede formular juicios inmediatos como los primeros principios de la mente que son necesarios para que podamos razonar: el principio de no-contradicción, que establece que la realidad no es contradictoria, o el principio de que el todo es mayor que la parte, por citar dos fácilmente comprensibles y profusamente utilizados en la ciencia. Gracias a la abstracción podemos formular otras proposiciones esenciales muy genéricas como que el hombre puede conocer la verdad o que el hombre es libre, donde lo relevante es que se ha captado una verdad universal.

La inducción esencial es también absolutamente necesaria para entender la inducción empírica, que es la que más propiamente se utiliza en la ciencia experimental, que se caracteriza por *“la generalización de un hecho repetido en la naturaleza, no siendo evidente para nosotros la conexión necesaria entre el sujeto y la propiedad”* (Sanguineti, 2007, página 154).

Pensamos que doce puntos característicos coincidentes en un cotejo dactiloscópico en el que no se observan diferencias puede identificar a un individuo porque tenemos experiencia de lo inverosímil que es que se repita en la naturaleza un patrón de características dactiloscópicas como el observado y, a partir de ella, inducimos que cada individuo ha de tener un patrón de características dactiloscópicas único. De lo particular, de los muchos cotejos dactiloscópicos realizados durante décadas en los laboratorios forenses del mundo en los que “jamás”⁴⁶ se ha observado que individuos distintos tengan el mismo patrón dactiloscópico, inducimos que la ley general “cada individuo tiene un patrón dactiloscópico único” es cierta.

El problema que tiene el anterior modo de razonar es que la inducción, por su propia naturaleza, es un modo de razonar que no permite llegar a conclusiones ciertas como sucede en los razonamientos deductivos (como los meramente matemáticos), sino a conclusiones probables. La observación generalizada y repetida de cotejos dactiloscópicos que puedan confirmar una y otra vez la ley mencionada no justifica que pueda sostenerse, de acuerdo con la lógica, que esa ley sea cierta. ¿Por qué? Porque pudieran existir otras razones diferentes a esa ley general que explicasen los resultados. Para estar ciertos de que la ley general se cumple sin excepción, mediante un razonamiento meramente inductivo, tendríamos que tener a nuestra disposición todos los patrones dactiloscópicos de cada uno de los habitantes del planeta en un momento dado, y tener la capacidad de discriminar a cada individuo con las características que fueran necesarias, porque no es lo mismo disponer de patrones dactiloscópicos de los individuos con mayor o menor información.

Por tanto, ¿es posible alcanzar conclusiones ciertas partiendo de un razonamiento inductivo? Sí, pero haría falta – en el preciso caso que nos ocupa - que la inducción se realizara mediante un proceso de *enumeración completa* (teniendo a nuestra disposición todos los individuos con las características que nos interesaran investigar)⁴⁷. En la práctica, se considera este hecho inviable, por tanto, la lógica prescribe que el dactiloscopista debiera concluir sus informes en términos de probabilidad (“es muy probable que este individuo sea la fuente de la huella dubitada”) y nunca en términos de categoricidad (“este individuo es la fuente de la huella dubitada”)⁴⁸. ¿Y ni siquiera cabe la

⁴⁶ El término “jamás” se emplea en relación a la observación de patrones dactiloscópicos completos como los que se obtienen en las reseñas policiales. Ni siquiera en ese contexto es posible, hasta la fecha, disponer de los dactilogramas necesarios para realizar un proceso de inferencia inductiva por enumeración completa.

⁴⁷ Distinto sería el caso en el que pudiera conocerse la ley genética de formación de las huellas dactilares en el ser humano, así como los posibles mecanismos de modificación de los patrones originales como consecuencia del proceso de crecimiento natural hasta su completa fijación.

⁴⁸ Con este posicionamiento no se quiere decir que la inducción en ciencias experimentales no permita obtener certezas sobre muchos aspectos de la realidad estudiados de acuerdo con la metodología científica. Lo que se quiere subrayar es que esas certezas son certezas físicas y que, epistemológicamente consideradas, son inferiores a las

categoricidad negativa (“este individuo no es la fuente de la huella dubitada”) cuando se observa una discrepancia generalizada entre las huellas comparadas? En este caso sostenemos que sí, pero veremos más adelante que no siempre.

Pero aún no hemos alcanzado la comprensión más importante del problema por el que denominamos falaz al razonamiento que nos está sirviendo de ejemplo. No se trata de que reconozcamos una mínima probabilidad de error en nuestra conclusión por ser inductiva.

Como no conocemos cómo se generan las crestas papilares en cada uno de los individuos, por más que podamos estar convencidos que existen razones genéticas y conductuales que las explican, la única manera que tenemos de estar seguros de que nuestros dictámenes puedan ser certeros es realizando experimentos.

La ciencia experimental es la que nos permite realizar experimentos controlados que pueden aportar valor científico a los resultados obtenidos. La *certeza física* que puede alcanzarse mediante la ciencia experimental es muy sólida, aunque siempre inferior a la *certeza metafísica* de las matemáticas. Por eso, los experimentos que consistan en saber el grado de acierto de los dactiloscopistas utilizando sus procedimientos son de máxima relevancia y utilidad⁴⁹.

¿Por qué hay tan pocos estudios de ese tipo? Porque la criminalística tradicional (dactiloscopia, balística y grafística, esencialmente) se ha desarrollado en laboratorios policiales, preferentemente. Los laboratorios policiales no son centros de investigación. Alguno de sus miembros puede destacar como investigador científico a título personal, pero las mayores contribuciones al quehacer de los expertos provienen de mejoras tecnológicas conseguidas por empresas especializadas, de grupos de investigación universitarios o de centros de investigación. No cabe esperar que la metodología científica sea fácilmente reconocida y practicada en un laboratorio policial en esas ramas de la criminalística porque no hay ordinariamente programas de experimentación científica ni estudios consiguientes de naturaleza estadística que traten de analizar los datos obtenidos en la experimentación. Por el contrario, la química o la biología forenses son disciplinas que quienes las practican están mucho más familiarizados con experimentos específicos y análisis estadísticos propios de la ciencia experimental.

Lo anterior explica que en el seno de un laboratorio policial puedan coexistir mentalidades muy diferentes con respecto al quehacer de un perito. Mientras que los criminalísticos tradicionales pueden ser más proclives a creer que las conclusiones son de su exclusiva competencia y que pueden

certezas metafísicas como son las de las matemáticas (consúltese la voz CERTEZA en el Glosario de Términos Filosóficos).

⁴⁹ El mayor experimento realizado hasta nuestros días para comprobar el grado de acierto de los dactiloscopistas en cotejos de huellas latentes es el llevado a cabo entre expertos del FBI, publicado en el año 2011. Se eligieron 169 expertos en dactiloscopia, con una cierta experiencia, y se realizaron unas 100 comparaciones de huellas por persona. Los expertos rechazaron aquellas huellas latentes que, a su juicio, no tenían valor identificador, quedando 10.052 cotejos realizables (aproximadamente el 60% del total preparado para la prueba inicialmente). De esa cifra, 5.969 cotejos lo fueron de huellas procedentes de una misma persona y 4.083 de personas diferentes. La tasa estricta de falsos positivos (no se incluyen las inconclusiones) fue del 0,16%, concretamente 5 expertos de 169 cometieron el error de decir que las huellas procedían del sospechoso cuando la realidad era la opuesta. Cada uno de ellos falló una vez excepto uno que falló dos veces. La tasa estricta de falsos negativos (no se incluyen las inconclusiones), es decir, los expertos excluyeron que la huella proviniera del sospechoso cuando así fue en la realidad, ascendió a 12,4%. En el aproximadamente 23% de los cotejos aptos para examen, los expertos declararon la comparación como inconclusa: aproximadamente el 80% de esos casos coincidía con un cotejo entre huellas procedentes de la misma persona, y en el resto entre huellas procedentes de personas diferentes (información tomada del Capítulo II titulado “Human Factors and Errors” del documento titulado “Latent Print Examination and Human Factors: Improving the Practice through a Systems Approach”, informe del Grupo de Trabajo denominado “Human Factors in Latent Print Analysis”, coeditado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología norteamericano (NIST) y el Instituto Nacional de Justicia norteamericano (NIJ), en referencia al artículo científico con la siguiente referencia bibliográfica: B. Ulery, A. Hickling, J. Buscaglia y otros, “Accuracy and Reliability of Forensic Latent Fingerprint Decisions.” Proceedings of the NAS (National Academy of Sciences), 2011).

expresarlas en términos identificativos categóricos o probabilísticos, los más cercanos a la ciencia experimental moderna saben que han de ir ligadas a un proceso de inferencia estadística en el que entran en juego conocimientos, experiencias e informaciones que condicionan las probabilidades de veracidad de las hipótesis defendidas por cada una de las partes del litigio.

Si un perito es consciente de que su metodología tendrá siempre una tasa de error en su aplicación práctica, si es honrado, procurará conocerla. No es una cuestión meramente técnica ajena a la ética profesional.

Las expresiones categóricas o probabilísticas relacionadas con cotejos criminalísticos, es decir, afirmaciones del tenor: “es muy probable que este proyectil haya sido disparado por esta arma”, son falaces en la medida en que el perito no haya tenido en cuenta la probabilidad de que cualquier otra arma, de características similares a la que se le atribuye el disparo, haya podido producir las mismas señales sobre el proyectil. Igualmente, “la huella encontrada y revelada en la inspección ocular es coincidente con la del sospechoso” es una expresión falaz si el perito no ha tenido en cuenta en qué medida otra persona diferente al sospechoso haya podido dejar la misma huella parcial latente revelada.

Si no se tienen en cuenta las hipótesis alternativas descritas es porque se asume que cada arma deja señales identificativas y únicas sobre cada proyectil disparado, o que las huellas dactilares de cada individuo son exclusivas del mismo y de nadie más. Aunque no es eso exactamente porque, en esos casos, el perito conoce que ni las señales del proyectil analizadas son todas las que pudieran existir, ni las huellas latentes reveladas son huellas completas - por eso comprueba que ninguna de las señales o crestas no tenidas en cuenta en la comparativa sea discordante, aunque esto no siempre es posible hacerlo en la práctica por el estado de la huella revelada -, ni que la posibilidad de cometer un error práctico involuntario es nula. Sin embargo, están convencidos de que sus leyes meramente empíricas sobre la unicidad de los proyectiles disparados por cada arma o sobre la unicidad de las huellas dactilares de cada individuo se cumplen siempre, o sea, son verdaderas leyes en el sentido de ser leyes demostradas por la experiencia, y que los procedimientos aplicados en los laboratorios minimizan la posibilidad de un error involuntario.

Pero, ¿en qué consiste, entonces, el error de lógica básico que estos autores enfatizan que existe en las formas de expresar las conclusiones de los cotejos clásicos? El error es la clásica falacia de afirmación del consecuente o error inverso que se estudia en lógica, cuya estructura formal puede enunciarse así (A y B significan proposiciones, en este caso relacionadas, a modo de ejemplo, con un cotejo dactiloscópico):

1. Si A, puede ser B
2. Es B,
3. Luego es A

Es decir:

1. Si A (“cada individuo tiene diez huellas dactilares únicas e irrepetibles”), entonces puede ser B (“identifico individuos comparando huellas”).
2. B (“Identifico individuos comparando huellas”).
3. Concluyo: “cada individuo tiene diez huellas dactilares únicas e irrepetibles”.

La premisa mayor es una proposición compuesta o hipotética y deja indeterminado el valor de verdad de sus componentes. Según el valor de verdad que se asuma de uno de ellos, se deduce, en la conclusión, el valor de verdad del otro.

En la premisa menor se afirma el valor de verdad de la capacidad de identificar individuos comparando huellas. Esta afirmación tiene la limitación de las condiciones no homogéneas en las que se realizan las comparaciones de huellas en la práctica y las propias del método, porque el método fija, convencionalmente, unas condiciones mínimas a partir de las cuales consideramos que se ha probado la identidad. Cabe que se produzcan falsas identificaciones y falsos rechazos.

Además, la ley de la unicidad de las huellas sólo puede demostrarse por inducción empírica hasta la fecha. Por tanto, sólo si pudiera demostrarse por enumeración completa sería cierta con certeza metafísica (absoluta) y eso no es posible. Sólo podemos afirmar que es probable.

En esas condiciones, no es posible concluir – con el silogismo condicional referido - que cada individuo tiene diez huellas únicas e irrepetibles. Si la ley de la unicidad fuera cierta absolutamente, podría ser una condición sólo necesaria y el silogismo sería correcto, pero no es el caso. No puede ser una condición necesaria y suficiente porque siempre podría el perito errar en la comparación y porque no es posible disponer de toda la información sobre huellas dactilares de todos los seres humanos. No puede ser sólo suficiente porque la ley no garantiza, por sí misma, que las comparaciones sean siempre correctas; ni las comparaciones, por sí mismas, pueden confirmar la ley de forma universal.

El sesgo de la afirmación del antecedente es posible que nos lleve al error de lógica porque creemos en la ley de la unicidad de las huellas dactilares y esperamos que se confirme, cotejo a cotejo. Si tuviéramos una experiencia contraria, es decir, si un cotejo no resultara como esperábamos, comprobaríamos una y otra vez el cotejo hasta que nos convenciéramos de lo contrario. Eso es lo que les pasó a los expertos del FBI en el caso Mayfield relacionado con el atentado de Madrid del 11-M⁵⁰, resumidamente descrito en https://en.wikipedia.org/wiki/Brandon_Mayfield

No obstante, no sólo se comete el error de lógica mencionado en los cotejos. Otro de los errores más frecuentes es la denominada falacia de transposición del condicional o falacia del Fiscal. Esta última denominación tiene su explicación. Cuando a un perito dactiloscopista que ofrece una conclusión categórica identificativa positiva, es decir, que afirma que las huellas comparadas (una huella latente con una huella rodada en una tarjeta decadactilar policial, por ejemplo) proceden de la misma persona, se le pregunta por la posible tasa de error de su dictamen, suele contestar que la considera muy pequeña por la fiabilidad de su metodología y su experiencia como experto. Esta respuesta suele interpretarse, intuitivamente, como que el perito afirma que la probabilidad de que otra persona diferente al sospechoso pueda ser el origen de las huellas comparadas es muy baja. Y si esto se entiende así, la probabilidad de que el sospechoso sea el origen de las huellas comparadas es, por consiguiente, muy alta (se denomina a este error de lógica “falacia del Fiscal” porque el razonamiento intuitivo incorrecto apoyaría la tesis de la acusación).

En el razonamiento que acabamos de ofrecer, hay que distinguir la probabilidad de observar el resultado positivo del cotejo si el sospechoso es el origen de las huellas comparadas, de la probabilidad de que el sospechoso sea el origen de las huellas comparadas si el resultado del cotejo de las huellas comparadas es positivo. Mientras que el perito, experimentalmente, puede asignar probabilidades del primer tipo (observar un resultado – el cotejo positivo - dado un estatus previo conocido – el origen real de las huellas comparadas -), no puede asignarlas de esa forma en el segundo tipo. Para el segundo caso necesita aplicar el teorema de Bayes de acuerdo con las leyes de la teoría de la probabilidad. Confundir esas probabilidades condicionales entre sí es un ejemplo de falacia de transposición del condicional.

⁵⁰ Los expertos del FBI sólo admitieron su error después de que los policías españoles les informaran de que habían identificado a otro sospechoso con la misma huella latente que sirvió para identificar al abogado y explicarles quién era ese sospechoso, es decir, en el contexto de toda la información que pudieron recabar sobre su posible relación con el atentado.

Por último, la posibilidad de que el informe comparativo dactiloscópico pudiera ser negativo - cuando el experto verifique la disparidad de los puntos característicos detectados - estaría sujeta a la información disponible en cada caso. Si se trata de huellas rodadas (por ejemplo, las que constan en el documento nacional de identidad), la discrepancia observada es por sí misma concluyente en la medida en que pueda asegurarse la fiabilidad del procedimiento de obtención de las impresiones. En este sentido, al igual que ocurre en las comparaciones de perfiles de ADN, la tasa de error de los informes de esa disciplina debida a fallos procedimentales meramente administrativos es mayor que la que puede producirse por los expertos en sus comparativas meramente técnicas. Y si se trata de comparativas entre huellas dubitadas e indubitadas, la fiabilidad del informe negativo dependerá tanto de la calidad de la impresión de la huella latente dubitada como de la experiencia del perito, por tanto, cabe la existencia de tasas de error de falsos negativos. Los laboratorios forenses saben que la tasa de error de falsos negativos es la que tiene mayor incidencia práctica, sobre todo desde que se usan los sistemas automáticos de identificación dactilar.

2.1 ¿Por qué las relaciones de verosimilitudes resuelven el problema de expresar la fuerza de la evidencia correctamente desde el punto de vista de la lógica?

Antes de adentrarnos en la comprensión de una relación de verosimilitudes, centremos la atención en cómo se ha intentado comprobar si una hipótesis (o ley) es cierta mediante experimentación empírica a lo largo del siglo XX desde una perspectiva estadística frecuentista⁵¹.

Los tests o contrastes de hipótesis fueron ideados por Neyman y Pearson, y formularon su teoría en 1933, para tomar decisiones sobre su veracidad. La idea básica consiste en comprobar si los datos experimentales confirman o no la hipótesis que se somete a prueba. El test permite utilizar un estadístico de prueba (por ejemplo, la media aritmética o la varianza) y teniendo en cuenta la distribución de ese estadístico en una población y su valor alcanzado experimentalmente, se toma una decisión sobre si los datos confirman o no la hipótesis con una determinada tasa de error.

El procedimiento de Neyman y Pearson fue adaptado por Fisher para aplicarlo a la medición de la fuerza de la evidencia. Fisher introdujo el concepto del p-valor, un concepto que pretendía medir hasta qué punto pudiera ser contrario a la veracidad de una hipótesis un determinado valor del estadístico de prueba.

Ambas formas de pensar, estadísticamente, sobre la confirmación o no de una hipótesis por los datos experimentales disponibles, tuvieron un desarrollo y éxito arrollador en la ciencia experimental durante el siglo XX. Sin embargo, pronto surgieron voces discrepantes con respecto a la capacidad de los p-valores para medir la fuerza de la evidencia. Desde distintas perspectivas de la ciencia estadística fue demostrándose que quien verdaderamente logró resolver el problema de la medición de la fuerza de la evidencia fue el concepto de relación de verosimilitudes (popularmente conocido mediante sus siglas en inglés: el LR).

En el ámbito de la ciencia forense, B. Robertson y G.A. Vignaux escribieron un libro titulado "Interpreting Evidence. Evaluating Forensic Science in the Courtroom", editado en 1995, que puso las bases para entender el concepto estadístico de LR dentro de un cotejo criminalístico y en el marco de un procedimiento penal. En ese mismo año, C.G.G. Aitken escribió un libro titulado "Statistics and Evaluation of Evidence for Forensic Scientists" que mostraba los principales avances que la ciencia estadística estaba produciendo en las disciplinas más importantes de la ciencia forense en los albores de nuestro siglo: identificación dactiloscópica, de perfiles ADN, cotejos de fibras, pinturas o cristales, así como los principales errores de lógica de raciocinio en las conclusiones de los informes periciales, etc. Ese libro resaltaba la influencia de la estadística bayesiana en ese proceso de mejora científica permanente y en la detección de los errores de lógica referidos. Su segunda edición, del año 2004 y

⁵¹ Esta perspectiva sigue siendo la más ordinariamente contemplada en las distintas disciplinas de la enseñanza secundaria y universitaria relacionadas con esta asignatura en la mayor parte del mundo.

en la que participó como coautor F. Taroni, mejoró notablemente la obra, convirtiéndose, en opinión de los autores de este libro, en la mejor referencia bibliográfica sobre estadística forense de su década. La Guardia Civil impulsó su traducción al español y se coeditó - por el Ministerio del Interior y la editorial Dykinson - dentro del plan de publicaciones de ese Cuerpo, en el año 2010, con el título "Estadística y evaluación de la evidencia para expertos forenses".

El principal impulso de la aplicación del LR en el ámbito forense estuvo unido a la prueba de ADN. Los que estudiaron más a fondo el problema de la identificación personal de los perfiles de ADN desde el punto de vista estadístico fueron ellos sin ningún género de duda.

No obstante, si queremos explicar adecuadamente lo que nos hemos planteado los autores en el epígrafe de este apartado, pensamos que no hay nada mejor que seguir la línea argumental de R. Royall, un eminente estadístico norteamericano autor de la obra titulada "Statistical Evidence: A Likelihood Paradigm", de la editorial Chapman & Hall/CRC, publicada en el año 1997, entre otras cosas porque la mayoría de los lectores que algo saben de estadística conocen los fundamentos de la estadística descriptiva y de la inferencia estadística más tradicional, la unida a los contrastes de hipótesis y a los p-valores y, además, ese fue nuestro itinerario intelectual personal.

2.2.1 Los que no usan la inferencia estadística

Lo primero que hay que dejar claro es que hay expertos forenses en los laboratorios oficiales que sólo usan la estadística descriptiva, y eso en el mejor de los casos. El ejemplo del estudio de las tasas de error de los dactiloscopistas es uno de esos ejemplos que podemos catalogar como "el mejor de los casos". Hay quienes nunca han querido calcular las tasas de error de sus expertos haciendo cotejos criminalísticos: cotejos de huellas dactilares, de escritura y firma manuscrita, de huellas de calzado, de rostros en imágenes fotográficas o recogidas en formatos digitales, de proyectiles balísticos, etc. No es que no fueran conscientes de que sus expertos pudieran cometer errores sino que, por un lado, no querían que esa información fuera conocida por quienes consideraban que no tenían derecho a saberla, y, por otro, consideraban que sus procedimientos, experiencia y neutralidad garantizaban suficientemente la fiabilidad de sus dictámenes. Con esa prevención, las tasas de error de los expertos quedaban sin determinarse - por más que teóricamente las admitiesen como posibles -.

Además, los estudios como el realizado por el FBI no dejan de ser más que estudios limitados a las condiciones de los experimentos, es decir, no reflejan realmente las tasas de error de los expertos de una institución al realizar determinados cotejos criminalísticos, aunque sirven para valorar, grosso modo, hasta dónde es razonable que nos fiemos de sus conclusiones.

Los que tienen prevención a la experimentación y al uso de la estadística para medir sus tasas de error, así como a difundir sus resultados, reflejan un profundo desconocimiento de la metodología científica. El método científico está ideado para someter a prueba cualquier hipótesis de ese carácter utilizando recursos conceptuales específicos, procedimientos instrumentales y el método estadístico. Lejos de ver en el control experimental un obstáculo para sus fines, lo consagran como la esencia de su metodología. Por eso, cabe poner bajo sospecha de ciencia basura a aquellos que amparándose en el prestigio de la ciencia no siguen su método.

Los dactiloscopistas conocen que no todos los puntos característicos que aparecen en las huellas dactilares tienen el mismo valor identificativo. También saben que las clásicas formulaciones de las huellas dactilares, de profundo carácter descriptivo, tienen relación con frecuencias de aparición en la población de cada uno de los tipos de huellas. Incluso conocen que no todas las regiones de las huellas dactilares presentan la misma variedad y riqueza posible de tipologías de puntos característicos. Toda esa información tiene una evidente relación con la estadística descriptiva. Lo sorprendente es que, aceptando las propiedades discriminativas de lo descrito, adoptan un único

criterio para distinguir lo que clasifican como “identificación positiva”, “identificación negativa” o “inconcluso”. Ese único criterio es el de “contar un número específico de puntos característicos coincidentes en tipología y localización, y no encontrar discrepancias”. El número de puntos característicos varía de unos países a otros, incluso se conceden ciertas variaciones en su número dependiendo de la tipología de los puntos característicos tenidos en cuenta en el cotejo. En España y otros países se suele determinar el número 12 como criterio estándar para cualquier tipología de puntos característicos coincidentes. En Inglaterra, por ejemplo, durante años se exigieron 16.

La idea que está detrás de esta forma de expresar las conclusiones y la decisión del perito en pronunciarse sobre la identificación o no de una persona por las huellas dactilares es muy clara: hay un acto de fe explícito en la ley de individualidad de las huellas dactilares de cada ser humano (ley que, hasta la fecha, no ha podido ser demostrada mediante un razonamiento deductivo y, por consiguiente, categórico, sino que sólo puede ser propuesta como seguramente cierta mediante un razonamiento inductivo y, por consiguiente, estrictamente probabilístico) – por eso se ha escrito que se ejercita “un acto de fe” porque esa creencia en la veracidad de esa ley entra dentro de la fe humana en algo o en alguien – y hay un posicionamiento también explícito de que el papel del perito es pronunciarse sobre la identificación, de acuerdo a su conocimiento y experiencia. Este segundo aspecto será objeto de análisis detallado en el siguiente apartado.

A los dactiloscopistas españoles les molesta la estricta fijación del número 12 como criterio universal identificativo porque son conscientes, como ya se ha indicado anteriormente, de que no todos los puntos característicos son igualmente discriminativos en la población. Se atreven a defender identificaciones con números más bajos justificando ese carácter más discriminativo de algunos tipos de puntos, como los ojales. Ese margen de maniobra es apreciado libremente por los Jueces cuando valoran la prueba, siendo frecuente que atiendan las razones de los peritos y acepten sus explicaciones para justificar sus conclusiones identificativas con menor número que el estándar de 12.

No obstante, quedan insatisfechos porque la jurisprudencia – a diferencia de la famosa cifra mencionada – no se ha pronunciado sobre otras posibles cifras o, más bien, sobre un rango posible de cifras de acuerdo con la tipología de los puntos característicos descubiertos y comparados en las que podría aceptar, como probada científicamente, la identificación defendida por el perito en su informe. Por eso es frecuente que los dactiloscopistas vean, en estos casos, con buenos ojos, incluso las relaciones de verosimilitudes, como soluciones alternativas a su dependencia del número de corte de puntos característicos coincidentes. Las relaciones de verosimilitudes permitirían aportar información científica a los Jueces sobre el cotejo en casos en los que, siguiendo los procedimientos convencionales, tendrían que decir: “inconcluso”.

Ahora bien, esa posibilidad extra - que apenas esbozamos – que permiten las relaciones de verosimilitudes, se valora por muchos dactiloscopistas en la medida en que pueda ser útil para la investigación policial (relacionada con la parte acusadora). Esa es la realidad porque la mentalidad dominante en muchos dactiloscopistas oficiales no es, desgraciadamente, la de un experto que intenta dar una opinión de ciencia (neutral por naturaleza) a quién le plantea un problema como el descrito, sino la de un perito de parte (de la acusación). Si aceptan las relaciones de verosimilitudes por ese motivo, nos parece mucho más acorde con la honradez intelectual de un perito y su defensa de la neutralidad en sus dictámenes que siga dictaminando cotejos en la categoría de “inconcluso”, cuando así lo aprecie.

No basta utilizar la estadística descriptiva sino que hay que utilizar la inferencia estadística porque el razonamiento que liga los datos con las hipótesis es necesariamente inductivo. El salto que relaciona a un sospechoso con lo observado en un cotejo es un proceso mental que va de lo particular a lo general. Lo particular es lo observado en un caso concreto. Lo universal es la hipótesis de la parte acusadora que liga lo observado al sospechoso como razón explicativa de su existencia. El término “universal” utilizado aquí no deja de ser parcialmente relativo. Todo lo particular puede ser referido

a algo más universal de acuerdo con algún criterio unificador. Un mismo individuo puede dejar muchas huellas en un lugar y por cada una de ellas pudiera hacerse un cotejo con sus huellas dactilares indubitadas. Por tanto, cada uno de los cotejos concretos posibles pudieran pensarse como algo particular con respecto a la universalidad que se percibe si hay un único origen en todas esas huellas: el sospechoso. Y es ese proceso mental, mediante el cual se pasa de lo particular (lo observado: el resultado empírico de cada cotejo) a lo universal (la hipótesis que quiere probarse: el sospechoso es quien ha dejado todas esas huellas), lo que llamamos inferencia.

Siguiendo con el trabajo de los dactiloscopistas, hay que reconocer el avance que para su trabajo ha supuesto el someterse a las normas de calidad de los ensayos como la conocida norma ISO 17.025, que prescribe la necesidad de tener documentado, al detalle, el procedimiento de análisis, registrar sus resultados a medida que se ejecuta, y validar su método. Precisamente, este último requisito permite a los laboratorios conocer hasta qué punto sus expertos aciertan o no en los controles experimentales exigidos en los procesos de validación. Gracias a la implantación obligatoria de la norma de calidad⁵² en la Unión Europea, quienes nunca habían sometido a sus expertos al control experimental y a la medición de sus tasas de error, ahora lo hacen regularmente y descubren, lógicamente, que sus expertos no son infalibles.

La diferencia entre quienes practican la metodología científica sin necesidad de que nadie les imponga normas de obligado cumplimiento y quienes la practican por imperativo legal es que los primeros no temen dar a conocer los resultados de sus experimentaciones – porque consideran que la transparencia de dar a conocer esos resultados a la comunidad científica es inherente a cómo entienden la ciencia – y los segundos la mantienen en reserva – porque consideran que si dan a conocer esos resultados, la credibilidad alcanzada con sus procedimientos podría disminuir -. A eso es lo que los autores de esta obra denominamos “status quo”, es decir, situación de hecho que no conviene remover porque se considera inmejorable para los intereses de la parte acusadora, pero eso no tiene nada que ver con la ciencia y sí mucho con el uso de la ciencia con un fin ajeno a ella.

Vale la pena añadir que el uso generalizado de los sistemas automáticos de identificación dactilar por los laboratorios policiales ha dado a los expertos una conciencia mucho mayor de que es fácil encontrar, en la casuística real, huellas latentes que difícilmente se distinguen de candidatos de la base de datos aportados por el sistema por orden de probabilidad. Precisamente, el estudio llevado a cabo por el FBI anteriormente mencionado señala que los organizadores de la prueba se apoyaron en el sistema automático de identificación dactilar de esa organización policial para escoger huellas latentes especialmente difíciles de distinguir entre candidatos verdaderamente originarios de esas huellas y otros no originarios, pero extraordinariamente parecidos en la región de las huellas-candidato comparadas.

2.2.2 Los que usan la inferencia estadística: el lento triunfo intelectual de la ley de la verosimilitud

Hay también muchos expertos forenses que utilizan la inferencia estadística clásica, es decir, la que se desarrolló y divulgó extraordinariamente en el siglo XX de la mano de sus principales mentores: Neyman, Pearson y Fisher.

Si los autores han escogido el libro de R. Royall para desarrollar este apartado es porque piensan que quizá no haya habido mejores líneas escritas para comparar el paradigma de inferencia estadística dominante en el siglo XX frente al paradigma de la verosimilitud, utilizando expresiones de Royall en su obra. Royall no es un estadístico bayesiano y quizá, también por esta razón, sus argumentos pueden tener especial capacidad de convicción para quienes, por alguna causa, tengan prevención hacia ciertos aspectos controvertidos de la estadística bayesiana. No obstante, el tiempo transcurrido desde que escribió su obra – han pasado 20 años – ha servido para que las perspectivas

⁵² Council framework Decision 2009/905/JHA of 30 November 2009 on Accreditation of forensic service providers carrying out laboratory activities.

dominantes en el siglo XX mencionadas y la estadística bayesiana hayan ido coexistiendo en los planes de estudios de los títulos universitarios que las necesitan, principalmente en planes de estudios de títulos universitarios de países anglosajones.

Los estudios de estadística en España se remontan a los años 90, con las titulaciones de Diplomatura y Licenciatura en Ciencias y Técnica Estadísticas. Han sido demandados por las Ciencias Experimentales, Ciencias de la Salud y Biológicas, Ciencias Sociales y por otras disciplinas más alejadas del ámbito puramente científico como la Biblioteconomía y el Derecho. La tasa de empleo de los titulados es de la más altas de España (90%) y la mayoría de los titulados afirman que trabajan en materias propias de sus estudios. La estadística es parte esencial de la formación de científicos e ingenieros y, como se muestra en esta obra, en las ciencias forenses ha ido cobrando una relevancia cada vez mayor.

La diferencia de la relevancia de la estadística en todos los órdenes contemplados sigue siendo importante entre el mundo anglosajón y el caso español. Sólo hay que contemplar la oferta docente en materia estadística en Estados Unidos o Inglaterra y la actualmente contemplada en nuestro país a pesar del importante avance experimentado desde sus inicios. En el ámbito docente, los principales manuales de ciencias forenses relacionados con la estadística están escritos en inglés (al comienzo del apartado se ha hecho referencia a una traducción al español de una de las obras más relevantes que sigue siendo una excepción en nuestro país).

Richard Royall escribió el referido libro perteneciendo al Departamento de Bioestadística de la Universidad Johns Hopkins, en los Estados Unidos, donde ejerció docencia desde el año 1966. La obra del filósofo de la ciencia Ian Hacking que cita Royall como origen de la formulación formal de la denominada ley de verosimilitud es del año 1965. La contemporaneidad de Royall con el desarrollo de la teoría estadística bayesiana a lo largo del siglo XX le sitúa en un marco histórico privilegiado. De hecho, Royall fue actor relevante en las discusiones entre las distintas escuelas estadísticas en el siglo XX como lo constatan las referencias que Royall hace al respecto en el Capítulo 8 de su obra. Royall resalta en su libro el escaso eco de la ley de verosimilitud como solución al problema de la *interpretación de los datos como evidencia*⁵³, tanto por parte de los frecuentistas clásicos como de los bayesianos.

Las críticas de Royall al bayesianismo están relacionadas con su concepción de la estadística como ciencia que – según piensa - ha de proporcionar métodos objetivos para representar los datos científicos como evidencia y medir la fuerza de esa evidencia. La subjetividad inherente a la estadística bayesiana prefiere evitarla y aunque reconoce las ventajas y relevancia de ese tipo de estadística en la ciencia se adhiere intelectualmente a los principios de la estadística clásica y de la verosimilitud.

Sin embargo, la ley de verosimilitud, tal y como es enunciada por Ian Hacking en su obra, tanto la versión discreta como la versión continua, es escrupulosamente respetada por parte de los bayesianos especialistas en estadística forense. Comparten plenamente la opinión de Royall de que la *fuerza de la evidencia* se mide con relaciones de verosimilitudes y que la *interpretación de los datos como evidencia* requiere un marco lógico de referencia que respete la ley de la verosimilitud, es decir, el teorema de Bayes en forma de apuestas. El teorema de Bayes en forma de apuestas no es invento de los estadísticos bayesianos sino del matemático y reverendo presbiteriano Thomas Bayes en el siglo XVIII. Lo estrictamente bayesiano del teorema de Bayes es su interpretación (consúltese el Capítulo 7 de esta obra).

⁵³ El término “evidencia” ha de entenderse aquí como sinónimo del término español prueba. Su uso se ha generalizado en español por la influencia del inglés en la literatura científica forense. Salvo indicación expresa en el texto, el término “evidencia” utilizado en adelante se usará con este significado.

Volvemos a la obra de Royall para centrarnos en su crítica a la inferencia estadística que tiene su origen en la obra de Neyman y Pearson en el primer tercio del siglo XX. Sus teorías sobre tests o contrastes de hipótesis fueron pensadas para la toma de decisiones sobre hipótesis en presencia de datos experimentales. Lo mismo defienden Aitken y Taroni en la obra citada y, como Royall, demuestran con ejemplos sencillos que los contrastes de hipótesis nos pueden llevar a tomar decisiones contrarias a lo que la ley de verosimilitud nos dice en casos concretos. Esas paradojas reflejan que los contrastes de hipótesis no fueron pensados por sus autores para *interpretar los datos como evidencia* y, mucho menos, para *medir la fuerza de la evidencia*, razón por la cual Fisher intentó encontrar, años más tarde, dentro de la inferencia clásica iniciada por Neyman y Pearson, el modo de resolver la cuestión introduciendo el concepto del p-valor. Lo que Royall hace en su obra es explicar por qué ninguna de esas dos aproximaciones (los contrastes de hipótesis y los p-valores) son aptas para *interpretar los datos como evidencia* ni para *medir la fuerza de la evidencia*. Veámoslo, si quiera brevemente.

Royall se pregunta si es posible interpretar datos como evidencia si en lugar de haber dos hipótesis alternativas – como lo exige una relación de verosimilitudes – sólo hay una. En ese caso, hay dos posibilidades, las denominadas por Royall como ley de improbabilidad y ley de cambio de probabilidad.

La ley de improbabilidad la describe como aquella que establece que una observación se considera evidencia en contra de una hipótesis determinada si esa hipótesis implica que la observación sea improbable.

La ley de cambio de probabilidad establece que una observación es evidencia a favor o en contra de una hipótesis determinada, si el efecto de la observación es la de incrementar o disminuir la probabilidad de que la hipótesis sea cierta.

En ambos casos sólo se ha necesitado determinar una hipótesis, si bien en el segundo caso existen hipótesis alternativas, aunque no se expliciten de forma directa.

La ley de la improbabilidad puede demostrarse que es errónea y la ley de cambio de probabilidad que es dependiente de probabilidades a priori sobre hipótesis. La primera ley es la que se utiliza en los tests de significancia, que utilizan niveles de significación y p-valores, es decir, la teoría fisheriana de interpretación de los datos como evidencia y de medición de la fuerza de la evidencia. La segunda ley hace depender la medida de la fuerza de la evidencia de la probabilidad a priori sobre la hipótesis contemplada y de ese mismo tipo de probabilidades sobre las hipótesis no explícitamente contempladas. Esas probabilidades son personales, de ahí que Royall las califique de subjetivas, e incluso admite que pudieran desconocerse.

Royall defiende, por tanto, la relatividad esencial del concepto de evidencia estadística, es decir, no cabe interpretar datos como evidencia sin que haya un par de hipótesis alternativas que sean explicativas de los datos observados. Y, además, resalta que la interpretación de los datos como evidencia y la medida de su fuerza como tal han de ser *objetivas*, es decir, independientes de valoraciones probabilísticas a priori – siempre subjetivas - sobre las hipótesis consideradas o de un posible desconocimiento de hipótesis que debieran haberse tenido en cuenta.

Respecto a esta última observación de Royall, un bayesiano estaría de acuerdo con él salvo que no aceptaría el término “objetivo” como algo esencial a los métodos que la ciencia estadística proporciona a la ciencia experimental tal como lo entiende Royall. Para el bayesiano la probabilidad tiene un significado que abarca un campo semántico mayor que el del concepto clásico y decimos mayor porque lo incluye. En la relación de verosimilitudes no sólo condiciona a lo observado las hipótesis consideradas sino también la información de contexto. Esa información de contexto es dependiente del conocimiento, información y experiencia del evaluador, por lo que es subjetiva. Pero

esa subjetividad, enfatizada por los bayesianos y evitada por Royall, es inherente al cálculo de cualquier relación de verosimilitudes aplicada a la realidad. En las discusiones sobre los conceptos de probabilidad clásico y bayesiano entran aspectos que pertenecen a otras ciencias, como la epistemología. Pensamos que ahí se producen muchos equívocos como consecuencia de las diferentes concepciones filosóficas que están ligadas a la historia de la ciencia experimental. En esos aspectos entraremos más adelante dentro de esta obra.

El título de este apartado remarca que la ley de verosimilitud ha acabado imponiéndose en el ámbito científico, por eso calificamos el triunfo de “intelectual”. Puede constatarse en la literatura científica forense especializada y en las guías técnicas internacionales que estudiaremos en posteriores apartados. Sin duda, el uso de las relaciones de verosimilitudes en los cotejos de perfiles de ADN ha tenido mucho que ver en ese triunfo. El rigor científico-experimental de la genética forense, en lo que respecta a estudios identificativos, no tiene parangón con ninguna otra disciplina de las ciencias forenses. La biología forense es la que ha introducido el paradigma de la verosimilitud en los laboratorios oficiales de ciencias forenses de la red ENFSI, por ejemplo. Y con esa introducción, ha ido apareciendo una cada vez más viva conciencia de la falta de coherencia en lógica de raciocinio entre ese paradigma y el clásico, es decir, aquél que considera que el perito es quien tiene que pronunciarse sobre la identificación, en exclusiva, que suele llamarse paradigma de la identificación por esa razón, y, como consecuencia, una cada vez más viva conciencia de la esquizofrenia con la que conviven muchos laboratorios oficiales en materia de lógica aplicada a las conclusiones de cotejos criminalísticos.

Si en lo intelectual puede hablarse del triunfo del paradigma de la verosimilitud – resulta evidente si se consulta la bibliografía especializada y las publicaciones de las revistas de ciencia forense de mayor prestigio -, en la práctica puede hablarse de un generalizado fracaso práctico en España. Salvo en cotejos de ADN, sólo utilizan relaciones de verosimilitudes los especialistas de acústica forense de la Guardia Civil cuando realizan cotejo de voces, y esto desde el año 2004. Todo eso tiene su explicación.

2.2.3 ¿Por qué existe tanta oposición a las relaciones de verosimilitudes en ciertas ramas de la criminalística en España?

Este apartado va a tener un marcado carácter autobiográfico porque, para gloria o desventura, uno de los autores de esta obra ha dedicado muchos de sus años de trabajo profesional a vivir – diría que apasionadamente – esta pugna. En este apartado pido al lector que disculpe que hable en primera persona.

2.2.3.1 El III Congreso de la Sociedad Española de Acústica Forense⁵⁴

Cuando en el año 2005 se celebró el III Congreso de la Sociedad Española de Acústica Forense en la Universidad de Santiago de Compostela, presenté la ponencia “Errores de interpretación en la valoración de la prueba científica”. En aquel momento era Jefe del Departamento de Acústica e Imagen del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil. Por primera vez en España, se transmitía en un congreso científico nacional lo que C.G.G. Aitken y F. Taroni habían escrito en la segunda edición de su obra citada con respecto a los errores de lógica de raciocinio o falacias más frecuentes por parte de expertos forenses a la hora de interpretar los datos como evidencia y medir su fuerza. El artículo tenía una amplia introducción epistemológica explicativa del método científico, los

⁵⁴ La Sociedad Española de Acústica Forense se constituyó en la sede de la Dirección General de la Guardia Civil tras la celebración de su primera Asamblea General el 9 de julio de 1999, presidida por el Excmo. Sr. Director General del Cuerpo D. Santiago López Valdivielso. Se trataba de la primera entidad de naturaleza científica, en estrecha cooperación con Universidades y empresas, creada a iniciativa de Guardias Civiles del Departamento de Acústica e Imagen de la Jefatura Técnica de Investigación y Criminalística (actualmente Servicio de Criminalística). Se celebraron un total de tres Congresos desde su constitución. En el año 2006 cesó de tener actividad por falta de apoyo dotacional presupuestario para sus fines por parte de la Guardia Civil.

razonamientos hipotético-deductivo e inductivo, y conceptos clave como el de objetividad en la ciencia y el de incertidumbre.

Entre el público había expertos forenses de distintos cuerpos policiales, juristas, lingüistas e ingenieros de telecomunicación especializados en procesado de señal, primordialmente. En un foro eminentemente académico, de amplias perspectivas disciplinares como el descrito, la exposición fue seguida con interés.

Sin embargo, de puertas adentro, en el seno de cada laboratorio, hablar de errores en las expresiones de las conclusiones de los informes periciales es algo muy serio y levanta suspicacias. La primera barrera interna es la que existe entre los distintos Departamentos y Áreas de cada laboratorio, en las que sus integrantes se consideran técnicamente competentes para resolver las cuestiones que les afectan. Para cada Departamento o Área de un laboratorio forense, las conclusiones de sus informes son algo que consideran de su exclusiva competencia, por lo que, a lo más, si aceptan una discusión científica sobre sus procedimientos, aquellos que les critiquen han de ser expertos de su misma disciplina pertenecientes a otros laboratorios de, al menos, su mismo nivel técnico-científico.

En apartados anteriores se afirmó que la estadística es un título académico universitario relativamente nuevo en España. En el año 2005 no había expertos en estadística forense en los laboratorios españoles de la red ENFSI salvo un Facultativo en el Laboratorio de la Policía Científica de la Policía Nacional, autor de un magnífico manual sobre estadística forense aplicada a los estudios de ADN titulado “Matemáticas aplicadas a la genética forense”, editado por la Secretaría General Técnica del Ministerio del Interior en el año 2006.

En el propio Departamento de Biología del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil hubo un periodo inicial en el que costó que sus expertos en ADN emitieran sus conclusiones en forma de relaciones de verosimilitudes. Para un biólogo de aquella época no era fácil entender los avances que en materia de estadística forense se estaban produciendo en su campo de conocimiento. Sigue siendo difícil, aún hoy día, formar bien a los expertos en ADN de los laboratorios oficiales en esas cuestiones y la prueba está en el libro anteriormente mencionado, apreciado muy especialmente por los especialistas del Laboratorio de ADN de la Policía Científica de la Policía Nacional, y ya no tanto el libro sino poder contar con un experto en estadística forense en su plantilla al que consultar cualquier duda.

Si en los años mencionados se constataba la llegada de una nueva forma de expresar la fuerza de la evidencia en los cotejos criminalísticos en España, los Departamentos y Áreas ajenos a esa forma de razonar en materia estadística vislumbraban que sus habituales procedimientos para expresar las conclusiones de sus cotejos empezaban a estar amenazados desde el peor de los puntos de vista posibles: el científico. Se les decía, a las claras, que sus formas clásicas de razonar en las conclusiones eran errores matemáticos. Y se lo decían sus compañeros de laboratorio.

2.2.3.2 La acreditación de los informes dactiloscópicos en el Servicio de Criminalística de la Guardia Civil por la norma ISO 17.025

En el Servicio de Criminalística de la Guardia Civil hubo un hito que podemos calificar de paradigmático de esta inicial pugna intra-laboratorio entre expertos a favor y en contra de los nuevos modos de pensar en materia estadística. La decisión marco del Consejo de Europa 2009/905/JHA, de 30 de noviembre de 2009, a propuesta de los Reinos de España y Suecia, exigió a los Estados de la Unión Europea que sus laboratorios oficiales acreditaran por la norma ISO 17.025 las pruebas de ADN y de identificación por huellas dactilares. Habiendo conseguido el Departamento de Biología la acreditación de las pruebas de ADN en años anteriores y con la experiencia de la implantación del Sistema de Gestión de la Calidad bajo la norma ISO 17.025 en el Servicio de Criminalística en otras disciplinas forenses, el Departamento de Identificación puso en marcha lo necesario para conseguir

la acreditación en los ensayos de cotejo de huellas dactilares como exigía la Directiva antes de que se cumpliera el tiempo tasado.

En el año 2009 se publicó el informe NAS, el documento de la Academia Nacional de los Estados Unidos más completo hasta entonces conocido sobre el estado del arte de la ciencia forense en ese país. No hubo hasta esa fecha informe comparable en ninguna otra parte del mundo. De hecho, en ENFSI se organizó un Seminario "One Topic One Day" específico sobre ese informe, con el objeto de analizarlo en detalle y sacar consecuencias prácticas.

Precisamente, en ese informe se puso de manifiesto la necesidad de que los laboratorios mejorasen en la fundamentación científica de las conclusiones de los informes periciales y se hicieron específicas llamadas a conseguirlo en la disciplina de los cotejos dactiloscópicos, dada su trascendencia práctica.

La Orden General número 4, de 23 de mayo de 2008, de Organización de la Jefatura de Policía Judicial de la Guardia Civil, a la que pertenecía el Servicio de Criminalística, estableció que se crease en su seno el Departamento de Estadística. Este departamento tenía la misión de desarrollar las competencias en materia de estadística forense en el Servicio. Pues bien, uno de sus primeros cometidos fue analizar, científicamente, los procedimientos de los expertos en cotejos dactiloscópicos del Departamento de Identificación. Dado que la formación de su primer titular era académicamente próxima a los avances de la época al recibirla, principalmente, de Escuelas Superiores y Técnicas de Ingeniería de Telecomunicación y de la Escuela de Diplomatura en Estadística de la Universidad Complutense, se verificó el primer debate interno relacionado con una disparidad manifiesta de enfoques científicos sobre un mismo problema: cómo interpretar el valor estadístico del resultado de un cotejo dactiloscópico. El Departamento de Estadística emitió una nota oficial al Coronel Jefe del Servicio resaltando los errores de lógica de raciocinio en la forma clásica de expresar las conclusiones de los cotejos dactiloscópicos y proponiendo la implantación de la lógica bayesiana.

En aquella ocasión el debate se resolvió mediante una decisión del Mando del Servicio, que tras consultar cuántos laboratorios de ENFSI resolvían estadísticamente los cotejos dactiloscópicos de forma diferente a como lo hacían los expertos de su Servicio, no tuvo duda alguna en decantarse por lo que hacían en aquellos momentos la amplia mayoría de sus homólogos.

Cuando ENAC, la entidad española de acreditación, organizó una primera reunión con potenciales clientes necesitados de acreditar los informes de cotejos dactiloscópicos para estudiar el procedimiento más adecuado para satisfacer esa novedosa necesidad, se suscitó el debate de si era apropiado acreditar las conclusiones de esos informes o no dada la disparidad científica existente en materia de estadística forense en cotejos criminalísticos. El debate lo originó el profesor Dr. D. Daniel Ramos Castro, investigador del Área de Tratamiento de Voz y Señales de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid, quien pudo asistir como miembro invitado a la reunión y manifestar su opinión científica, puesto que no fue autorizada la asistencia a la reunión del titular del Departamento de Estadística del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil.

Ni que decir que tiene que el Departamento de Identificación de la Guardia Civil logró que se acreditaran sus cotejos dactiloscópicos por la ISO 17.025, incluidos los procedimientos de las conclusiones, por lo que los errores de raciocinio que les imputaba la crítica científica especializada en estadística forense del momento quedaron no sólo en vigor sino acreditados por ENAC. Y así sigue en nuestros días.

2.2.3.3 Un proyecto de investigación en el seno del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales (IUICP)

El Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales (IUICP) de la Universidad de Alcalá de Henares, aprobó un proyecto de investigación en el año 2009 con el título: “El valor probatorio del peritaje forense científico-oficial en el proceso penal: hacia una reforma legislativa desde su mayor reconocimiento jurisprudencial” con la referencia IUICP/PI2009/002.

El Instituto fue creado en el año 2005 mediante un Convenio de Colaboración firmado por el Secretario de Estado para la Seguridad del Ministerio del Interior y el Rector de la Universidad de Alcalá de Henares. Al Instituto pertenecen miembros de los laboratorios oficiales del Ministerio de Justicia e Interior que pertenecen a la Red Europea de Institutos en Ciencia Forense (ENFSI): Toxicología y Ciencias Forenses, Comisaría General de Policía Científica y Servicio de Criminalística.

El proyecto de investigación estuvo liderado por el Fiscal del Tribunal Supremo Excmo. Sr. D. Manuel Dolz Lago y el resultado de la investigación dio origen a la publicación del libro titulado “La prueba científica”, de la editorial Dykinson, en el año 2011 y cuyos autores fueron los siguientes: M. Dolz Lago (Fiscalía del Tribunal Supremo), N. Expósito Márquez (Servicio de Criminalística), C. Figueroa Navarro (Facultad de Derecho de la UAH), A. Gómez García (Toxicología y Ciencias Forenses), J. Martínez García (Servicio de Criminalística), J. Otero Soriano (Comisaría General de Policía Científica), M. Santano Soria (Comisaría General de Policía Científica) y S. Valmaña Ochaita (Facultad de Derecho de la UAH).

La finalidad del proyecto consistió en explorar qué informes periciales llevados a cabo por los laboratorios oficiales pudieran ser considerados fiables y, en última instancia, tener la consideración de prueba documental. La finalidad perseguida obedecía al hecho de que en el año 2002, tras una reforma legislativa, los informes periciales sobre la determinación de la naturaleza, cantidad y pureza de las drogas se consideraron pruebas documentales dentro del procedimiento abreviado regulado por la Ley de Enjuiciamiento Criminal (Pardo, 2008).

El líder del Proyecto, el Fiscal Dolz, pidió a los laboratorios oficiales que respondieran a las siguientes cuestiones (aprobadas por decisión mayoritaria de los integrantes del proyecto en su primera reunión formal celebrada el 16 de abril de 2009):

- a) lista actualizada de análisis forenses realizados en cada laboratorio;
- b) evaluación científica provisional sobre la fiabilidad de cada análisis forense.

Sólo un laboratorio respondió a esas preguntas antes de la siguiente reunión formal celebrada el 22 de octubre de 2009: el del Servicio de Criminalística. Como integrante de ese proyecto por entonces al sustituir al que oficialmente representaba al Servicio, el Teniente Coronel F.J. Montes López, presenté un informe de 11 páginas respondiendo a la pregunta b), adjuntando el informe de la Academia Nacional de Ciencias (NAS) de los Estados Unidos sobre el estado de la ciencia forense en ese país del año 2009, el estándar de conclusiones de informes periciales elaborado por la Asociación de Proveedores de Ciencia Forense del Reino Unido e Irlanda (AFSP, 2009), y el informe final de un test interlaboratorio realizado en el Grupo de Trabajo de Drogas de ENFSI dirigido por el laboratorio de la BKA (Bundeskriminalamt) en el año 2008 (ENFSI DRUG WG, 2008-2009).

Además de resaltar en el informe de 11 páginas las principales recomendaciones del informe de la Academia Nacional de Ciencias norteamericana, como, por ejemplo, la recomendación número 3 que hacía referencia a la necesidad de incrementar la investigación para lograr mayor exactitud, fiabilidad y validez en las disciplinas forenses, con carácter general, el test interlaboratorio organizado por el laboratorio alemán sirvió para constatar las notables diferencias entre los

resultados sobre determinación de la naturaleza, peso y pureza de drogas aportados por los laboratorios de ENFSI que participaron: un total de 71.

El legislador español asumió que el tipo de pruebas sobre drogas mencionado era tan fiable que carecía de sentido considerar la prueba como una prueba pericial, sometida a contradicción en el juicio oral.

Hubo una nueva reunión en la sede de la Dirección General de la Guardia Civil. El representante inicialmente previsto del Servicio de Criminalística, el Teniente Coronel F.J. Montes López, pudo participar en ella y a esa reunión pude asistir en calidad de interlocutor adicional y como responsable del informe emitido en la primera reunión. Se celebró el 29 de abril, y asistieron algunos asesores, a instancia del anfitrión – el mencionado Teniente Coronel -: A. Carracedo, un prestigioso investigador en biología forense en la Universidad de Santiago de Compostela, a quien se pidió que actuara como moderador entre los dos grupos de posiciones enfrentadas: los ingenieros en telecomunicaciones y profesores de la Universidad Autónoma de Madrid J. Ortega y J. González, favorable a la posición de este coautor, y los líderes del proyecto: el Fiscal Dolz y la profesora de la Facultad de Derecho de la Universidad de Alcalá de Henares C. Figueroa, por la parte contraria. Desafortunadamente, no hubo debate. Los portavoces de cada posición, C. Figueroa y J. Ortega, expusieron sus tesis sin réplica. A pesar del expreso apoyo del Dr. Carracedo al posicionamiento de los ingenieros, el líder del proyecto manifestó muy claramente que su intención era continuar hasta su término en la línea emprendida, terminando así la reunión como empezó.

Después de esos acontecimientos, decidí abandonar el proyecto y mi renuncia fue aceptada. El Teniente Coronel Montes López ascendió a Coronel y también lo dejó. Fueron reemplazados por el Teniente Coronel J. Martínez García, el cual participó en subsiguientes reuniones y acabó siendo uno de los autores del libro “La prueba científica”, fruto de la investigación.

En el mencionado libro puede leerse esta cita de Taruffo, un destacado experto internacional en teoría de la prueba: *“La solución consistente en decir que la valoración del experto y de la prueba científica es discrecional para el Juez suena a una muy deficiente solución. (...) no es suficiente confiar únicamente en la ‘libre valoración’ de la prueba del Tribunal para garantizar que se utiliza propiamente y correctamente ciencia sólida como base sobre los hechos en disputa. Lo que se requiere para que una prueba científica válida ofrezca racionalidad para decidir sobre los hechos es un profundo y claro análisis judicial de la prueba científica de acuerdo con los estándares fiables de evaluación.”* (Taruffo, 2008).

A pesar de la sabia recomendación del citado autor, los investigadores del proyecto concluyeron lo siguiente:

“¿Qué pruebas científicas pueden considerarse pruebas documentales?”

- ADN
- Balística y marcas instrumentales
- Exámenes de documentos (no cotejos de escritura y firma manuscritos)
- Entomología forense
- Fibras
- Investigación de incendios (únicamente análisis de acelerantes de la combustión)
- Lofoscopia (comparación de huellas dactilares y palmares)
- Pinturas
- Residuos de disparo
- Suelo, plantas y fauna
- Toxicología (drogas)

¿Qué pruebas científicas no pueden considerarse pruebas documentales?

- Comparación de voces
- Antropología forense
- Evidencia digital
- Investigación en la escena del crimen
- Tecnología de la imagen”

Presentaron esta propuesta como un acuerdo entre los juristas del proyecto y los miembros de los tres principales laboratorios oficiales españoles que colaboraron en el mismo. Entre los autores se encuentran los responsables de los laboratorios de la Comisaría General de Policía Científica y del Instituto de Toxicología y Ciencias Forenses. Para alcanzar el acuerdo, se celebraron reuniones parciales por áreas de criminalística.

Este contexto es el trasfondo que explica el artículo publicado en la posiblemente mejor revista norteamericana de ciencia forense, el *Journal of Forensic Sciences*, en el año 2012, por quien escribe y, en la actualidad, dos Catedráticos de Universidad: Joaquín González Rodríguez (Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid) y Virginia Pardo Iranzo (Facultad de Derecho de la Universidad de Valencia), con la siguiente estructura: (1) panorama global sobre la identificación criminalística; (2) crítica científica de la práctica criminalística; (3) reforma legislativa española por la que se convierte una prueba científica en una prueba documental y una breve comparación entre algunas consecuencias de esa reforma y el caso Melendez v. Diaz en la Corte Suprema de los Estados Unidos; (4) algunas opiniones y posibles soluciones teniendo en cuenta buenas experiencias en algunos países.

Afortunadamente, la entonces probable conversión de pruebas científicas en pruebas documentales no se ha llevado a cabo hasta la fecha. Sin embargo, si esto es lo que ha ocurrido ha sido debido, principalmente, a la falta de acuerdo entre los partidos políticos para reformar la ley de enjuiciamiento criminal (proyecto de Código Procesal Penal del año 2013, promovido por el Ministerio de Justicia).

Antes de la reforma de la ley de enjuiciamiento criminal mediante la ley 9/2002, de 10 de diciembre, sobre secuestro de menores, específicamente el artículo 788.2 que considera los informes sobre la naturaleza, peso y pureza de las drogas como pruebas documentales, la jurisprudencia de la Sala Segunda del Tribunal Supremo en las décadas de los ochenta y noventa del pasado siglo distinguió la fiabilidad de los informes realizados por los laboratorios oficiales que seguían protocolos también oficiales de los realizados en los demás laboratorios. Un informe del Consejo General del Poder Judicial de junio de 2002 sirvió como preparación de los trabajos que se llevaron a cabo en el Congreso y en el Senado en noviembre de 2002, y que culminaron con la reforma legal ya mencionada.

2.2.3.4 El Grupo de Trabajo de Interpretación de la Red de Laboratorios Forenses Oficiales de España (RLFOE)

Merece especial atención la creación en enero de 2011, en el seno de la Red de Laboratorios Forenses Oficiales de España (RLFOE), al que pertenecen los tres estatales de ENFSI y los autonómicos de los cuerpos policiales con competencias en la materia (Mossos d'Esquadra, Ertzaintza y Policía Foral de Navarra), del Grupo de Trabajo de Interpretación, a propuesta del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil. Promoví y dirigí este Grupo de Trabajo para favorecer el conocimiento del cambio de paradigma en materia de conclusiones de cotejos criminalísticos, razón por la que se celebraron diferentes encuentros entre especialistas al objeto de facilitarles información, conocimientos y la posibilidad de debatir aquellos aspectos que pudieran ser más polémicos en cada una de las áreas de la criminalística. Para ello, conté con el inestimable apoyo de los siguientes miembros que

colaboraron en las distintas reuniones: José Francisco Domínguez Sánchez (Cuerpo Nacional de Policía), José Luis Rodríguez Soto (Mossos d'Esquadra), Santiago Zabalza Sorbet (Policía Foral de Navarra), José Luis Martín Ramos (Facultativo de la Guardia Civil), Lorena López Valdivia y Paloma Main Yaque (Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense), Daniel Ramos Castro y Joaquín González Rodríguez (Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid), Virginia Pardo Irazo (Facultad de Derecho de la Universidad de Valencia), Teresa Cabellos Panadés (Facultativa del Instituto Nacional de Toxicología y de Ciencias Forenses), Jesús Zamora Bonilla y David Teira Serrano (Facultad de Humanidades de la UNED) y Marina Gascón Abellán (Facultad de Derecho de la Universidad de Castilla La Mancha).

Como fruto de la actividad del Grupo de Trabajo, puede consultarse la siguiente dirección de Internet relacionada con una oferta formativa en la plataforma on-line abierta de la UNED <https://iedra.uned.es>, buscando el siguiente curso: "Informes periciales científicos: ¿cómo interpretarlos? 2ª ed."⁵⁵

Desafortunadamente, el Grupo no continuó sus actividades ordinarias desde el año 2015 al no encontrarse relevo en su liderazgo.

2.2.3.5 La participación de AENOR en el Comité Europeo de Normalización CEN-419

Otro hito reseñable fue el liderazgo que el Servicio de Criminalística quiso asumir en el Comité europeo de normalización CEN-419 representando a AENOR durante los dos primeros años (2013-2014), la entidad española de normalización con representación oficial en los Comités europeos de normalización, tras el requerimiento realizado por la Junta Directiva de ENFSI de que sus laboratorios miembros se implicasen en la redacción de las nuevas normas de acreditación de todo el proceso forense, desde la recogida de muestras en la inspección ocular a la defensa de las conclusiones de los informes ante los Tribunales. La norma ISO 17.025 fue pensada para la acreditación de procedimientos propios de los laboratorios de ensayo. Esa norma, por su carácter genérico, ha sido posible aplicarla en los laboratorios forenses. Sin embargo, la comunidad científica internacional especializada llevaba reclamando normas más específicas para las actividades propias de la ciencia forense. Las organizaciones internacionales de normalización, especialmente la europea, contaban con ENFSI como red de referencia en la que podían encontrar expertos para el desarrollo de las nuevas normas. Como se ha referido, la Guardia Civil fue el primer Cuerpo que dio un paso al frente y quiso llevar el peso de la representación de AENOR en el camino del desarrollo de las normas del futuro. Desafortunadamente, al igual que lo descrito sobre el Grupo de Trabajo de la RLFOE, al ser quien escribe quien ejercía la representación de AENOR en el CEN-419, cuando por motivo de su ascenso dejó el Servicio de Criminalística, no hubo relevo. La continuidad en esa responsabilidad la acabó desempeñando, desde entonces, la Policía Nacional.

2.2.3.6 Publicación del libro "Estadística y evaluación de la evidencia para expertos forenses"

Finalmente, el esfuerzo de los expertos en estadística forense del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil para que sus compañeros de laboratorio tuvieran un manual en esa materia que les permitiera introducirse en ella hasta donde fueran capaces de llegar, se materializó, en el año 2010, en la traducción al español de la obra titulada originalmente "Statistics and Evaluation of Evidence for Forensic Scientists", de la editorial Wiley & Sons, publicada en el año 2004 y cuyos autores fueron C.G.G. Aitken y F. Taroni, dos expertos de reconocido prestigio internacional en la materia. El libro

⁵⁵ Hubo dos ediciones en los cursos de Enseñanza abierta de la UNED: 2014, 2015, con cuota de inscripción. En la primera participaron 40 personas (30 eran miembros del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil) y en la segunda 15. Como curso de inscripción libre, en la misma plataforma, participaron 1147 alumnos en 2018, y 383 en la presente edición del 2019.

fue traducido al español por mi persona y los entonces muy jóvenes licenciados en matemáticas, por la Universidad Autónoma de Madrid, Laura Gil y Rafael Granero. El libro fue difundido entre los laboratorios de la red RLFOE (Red de Laboratorios Forenses Oficiales de España).

2.3 Las principales falacias descritas en la literatura científica forense

Imaginemos el siguiente contexto: una vez obtenidos los datos precisos - fruto de la aplicación de determinadas técnicas analíticas sobre las muestras cuestionadas -, así como de las muestras que denominamos indubitadas, es decir, las relacionadas con un sospechoso o de un objeto de los que se suponen que podrían provenir las muestras dubitadas, se procede a realizar un proceso de identificación. El grado de similitud encontrado entre las muestras comparadas se cuantifica. Este proceso entraña utilizar técnicas de probabilidad y estadística adecuadas al caso. Además, esas técnicas suelen utilizar datos empíricos que se ajustan a las circunstancias concretas del caso bajo estudio, como pueden ser las conocidas poblaciones de referencia.

La valoración obtenida es interpretada por el experto siguiendo la pauta propia de cada técnica. Sin embargo, vamos a mostrar, en los apartados posteriores, que la forma en que se expresa esa valoración puede inducir a los participantes en un proceso de decisión sobre la relación muestra-sujeto/objeto a cometer las denominadas falacias, es decir, a equivocarse en la interpretación que debiera haberse dado al resultado. Lo más grave de estas equivocaciones es que el contexto en el que se producen no permite bromas – está en juego la libertad de un ser humano que tiene reconocido el derecho fundamental a la presunción de inocencia -, de ahí la gran importancia, a nuestro juicio, de esta materia para cualquier experto forense.

Este apartado podría requerir consultar el capítulo 4 de esta obra al objeto de entender mejor algunos aspectos de su contenido. Buena parte de su contenido y algunos aspectos no contemplados en esta obra pueden encontrarse en (Aitken et al., 2004, Páginas 78-95).

2.3.1 La neutralidad científica del perito

Quien realiza la función pericial ha de procurar que su trabajo esté de acuerdo con la metodología de la ciencia experimental y la ciencia que se ocupa del correcto ejercicio del razonamiento que denominamos lógica.

Con independencia de las razones jurídicas que explican la figura procesal del perito y su específica función en el proceso, existe una exigencia de neutralidad relacionada con las ciencias o técnicas que tenga que aplicar en cada caso concreto.

Al perito se le pide una opinión de ciencia, por tanto, su opinión ha de ser medida por ella. La validez del testimonio pericial está directamente relacionada con el escrupuloso respeto que el perito tenga hacia lo que las ciencias o técnicas pertinentes determinen.

Los peritos, además, han de esforzarse por adecuar su trabajo de acuerdo a los planteamientos y consideraciones que el Tribunal y las partes determinen. La denominación clásica de “perito de parte”, vinculada en la práctica mayoritariamente a la defensa, se ha considerado que atenta, en alguna medida, contra la presunción de neutralidad jurídica. Esta praxis tiene su contrapartida en la actuación de algunos peritos oficiales que, al estar vinculados con instituciones que trabajan ordinariamente para la acusación, pueden verse igualmente inclinados a ser “peritos de parte”, aunque justo en el sentido contrario al anteriormente mencionado.

Sea cual fuere la condición del perito, la neutralidad científica debería siempre respetarse con independencia de los intereses de la parte para las que trabaja. Por tanto, el respeto a las reglas de la lógica forma parte esencial de la ética profesional de cualquier perito.

2.3.2 La intuición no es buena consejera cuando calcula probabilidades

Imaginemos una rueda de reconocimiento de identidad con sólo tres candidatos y de carácter experimental. El creador de la prueba elige a uno de los tres como aquél que debería ser elegido por el testigo. Al testigo – en realidad no ha sido tal y, por tanto, no tiene información apriorística para poder elegir - se le pide que tome decisiones coherentes conforme la prueba vaya transcurriendo de cara a seleccionar el candidato correcto.

La probabilidad inicial, a priori, de que alguno de los tres candidatos sea elegido por el organizador de la prueba es $1/3$. El testigo tiene que elegir del siguiente modo:

1.- Elige un candidato obligatoriamente.

2.- El organizador separa al elegido de los otros dos e informa al testigo que va a descartar a uno de estos últimos – no hay que olvidar que el organizador de la prueba sabe quién es el candidato correcto desde el inicio -. Así, el testigo tendrá que elegir entre el primeramente seleccionado y el que le presenta el organizador tras el descarte.

La cuestión que planteamos es la siguiente: ¿a quién debe elegir el testigo entre los dos candidatos que quedan sin descartar?

Siguiendo la intuición razonaríamos así: “se ha elegido uno de los tres, que puede o no ser el candidato correcto. El organizador ha descartado uno – conoce el candidato correcto, entonces descartará uno que no lo sea -, luego quedan sólo dos candidatos. El candidato correcto puede ser tanto el que se eligió al principio como el que queda. En esta disyuntiva la elección por uno u otro está al 50%”.

Sin embargo, si empleamos las leyes de la probabilidad veremos que el anterior razonamiento es una falacia. Llamemos A, B y C a los tres candidatos, respectivamente.

El testigo elige el candidato C. El organizador elige A o B en función de su decisión inicial. Si descarta A, puede suceder lo siguiente (con la letra P queremos decir probabilidad de lo que hay dentro del paréntesis):

- Que el premio esté en C: $P(\text{descartar A}) = P(\text{descartar B}) = 1/2$
- Que el premio esté en B: $P(\text{descartar A}) = 1$ y $P(\text{descartar B}) = 0$

Las probabilidades que nos interesan son las siguientes, que se deducen de los datos anteriores (se trata de probabilidades condicionales y utilizamos la barra vertical para separar las condiciones que consideramos ciertas – las que figuran a la derecha de la barra, que en este caso son dos que se dan simultáneamente – de las hipótesis cuyas probabilidades queremos hallar – las expresadas a la izquierda de la barra -):

$P(\text{premio en C}/\text{descartar A, testigo elige C}) = 1/3$

$P(\text{premio en B}/\text{descartar A, testigo elige C}) = 2/3$

A la vista de los resultados, deberíamos apostar 2:1 a favor del candidato B (a resultados de dividir entre sí las probabilidades condicionales), luego la opción correcta sería la B. No es verdad que los dos candidatos que quedaron tras el descarte de A tenían un 50% de probabilidad de ser el elegido por el organizador. ¿Se atreve alguien a defender que es intuitivo percibir esto?

2.3.3 Falacia del Fiscal o transposición del condicional

Imaginemos que queremos resolver un problema de reconocimiento forense de un locutor sospechoso de ser el autor de una amenaza telefónica. En el laboratorio disponemos de un sistema automático que permite realizar cotejos de voz.

Para probar su eficacia y calcular las tasas de error del sistema, hacemos una base de datos de 100 locutores masculinos que hablan espontáneamente. Con parte de la voz de cada locutor calculamos un modelo estadístico a partir de ciertos parámetros al objeto de caracterizar estadísticamente su voz. Con la restante voz de cada uno de ellos obtenemos suficientes ficheros de test para poder realizar cotejos de esos ficheros con los modelos.

Así pues, calculamos la probabilidad de que el cotejo sea positivo cuando sabemos que las voces comparadas - la del fichero de test enfrentada a la que ha servido para calcular un modelo estadístico del mismo locutor - pertenecen a la misma persona; y la probabilidad de que el cotejo sea negativo cuando las voces comparadas pertenezcan a personas distintas. En ambas situaciones interesa, lógicamente, que el sistema no se equivoque. Esto se realiza haciendo una tabla donde anotamos los resultados de todas las comparaciones.

En las dos situaciones anteriores podemos encontrar dos tipos de errores:

Error tipo I: el sistema ha dado negativo cuando las voces pertenecen a la misma persona. En este caso, podríamos haber inducido al Juez a exculpar a quien merecía ir a la cárcel (**FALSOS NEGATIVOS**).

Error tipo II: el sistema ha dado positivo cuando las voces pertenecen a personas distintas. Aquí, podríamos inducir al Juez a introducir en la cárcel a un inocente (**FALSOS POSITIVOS**).

No obstante, lo que el Juez desearía preguntarle al perito es que le dijera cuál es la probabilidad de error existente al afirmarse en el informe pericial que la voz dubitada (la de la amenaza) se corresponde con la del sospechoso. Es decir, la probabilidad de que siendo el resultado de la comparación positivo, el autor de la amenaza no fuera el sospechoso.

Si el lector se ha fijado con detalle, no es lo mismo calcular la probabilidad de que el test sea positivo dado que las voces pertenecen a una misma persona que la probabilidad de que el autor de la amenaza sea el sospechoso dado que el test sea positivo.

Si se aprecia la distinción de los términos de la probabilidad condicional, habremos ganado la primera batalla a la dificultad de entender bien la falacia de transposición del condicional.

Si el signo + significa test positivo, **M** significa una misma persona autora de las voces que se comparan y **D** que las voces comparadas proceden de personas distintas, podemos calcular lo que el Juez le pide al perito del siguiente modo (aplicando la tercera ley de la teoría de la probabilidad):

$$P(\mathbf{M}/+) = P(\mathbf{M}+) / P(+)$$

El numerador puede sustituirse, aplicando de nuevo la mencionada ley de la teoría de la probabilidad, por la siguiente expresión:

$$P(\mathbf{M}+) = P(+/\mathbf{M}) P(\mathbf{M})$$

Démonos cuenta que $P(+/\mathbf{M})$ es la probabilidad que podemos obtener con nuestros experimentos con la base de datos. El segundo término, sin embargo, es lo que se denomina *probabilidad a priori*, concepto al que volveremos después.

Para entender el significado del denominador, fijémonos en la siguiente expresión:

$$P(+)=P(\mathbf{M}+)+P(\mathbf{D}+)$$

La probabilidad del suceso + es la unión de todos los sucesos formados por la intersección ($\mathbf{M}+$) y ($\mathbf{D}+$), mutuamente excluyentes entre sí.

Podemos desglosar el segundo término de la igualdad anterior en lo siguiente:

$$P(\mathbf{M}+)+P(\mathbf{D}+)=P(\mathbf{M})P(+/\mathbf{M})+P(\mathbf{D})P(+/\mathbf{D})$$

La expresión final que se expone a continuación es lo que se conoce como la **regla de Bayes**:

$$P(\mathbf{M}/+)=P(+/\mathbf{M})P(\mathbf{M})/(P(\mathbf{M})P(+/\mathbf{M})+P(\mathbf{D})P(+/\mathbf{D}))$$

El último escollo que nos queda por resolver es el valor de las probabilidades a priori, $P(\mathbf{M})$ y $P(\mathbf{D})$. Sabiendo el valor de una de ellas, puede calcularse el valor de la otra porque son sucesos complementarios.

Calculados los valores de $P(\mathbf{M}/+)$ y $P(\mathbf{D}/+)$, que no sería otro que $1 - P(\mathbf{M}/+)$, sopesaríamos los resultados para hacer una inferencia acerca de la población de la cual se seleccionó el sospechoso. Por tanto, la regla de Bayes se utiliza para hacer una inferencia acerca de una población, basada en una muestra observada.

Imaginemos que el sospechoso de ser el autor de la voz dubitada fuera diplofónico (alteración de la voz consistente en que el hablante emite, al hablar, dos frecuencias fundamentales o tonos), supiéramos que el número de castellanohablantes varones diplofónicos en España, en edad adulta, fuera de 10.000, y que nuestro sistema de reconocimiento tuviera una efectividad para ese tipo de voces - usando bases de datos como las descritas al principio - concretada en que $P(+/\mathbf{M})=0,90$ y $P(+/\mathbf{D})=0,01$.

El cálculo de la probabilidad $P(+)=P(\mathbf{M}+)+P(\mathbf{D}+)=P(\mathbf{M})P(+/\mathbf{M})+P(\mathbf{D})P(+/\mathbf{D})=(0,0001*0,90)+(0,9999*0,01)=0,00009+0,009999=0,010089$.

Entonces, la probabilidad de que se haya hecho una identificación correcta dado que el resultado de la comparación ha sido positivo es:

$$P(\mathbf{M}/+)=P(\mathbf{M}+)/P(+)=P(+/\mathbf{M})P(\mathbf{M})/P(+)=(0,0001*0,90)/0,010089=0,00009/0,010089=0,0089206066.$$

La probabilidad de que se haya hecho una identificación errónea dado que el resultado sea positivo es: $1 - P(\mathbf{M}/+)=1 - 0,0089206066=0,9910793934$.

Dada la diferencia tan grande entre las cifras calculadas y si fuera un caso real, no habría ninguna duda, por parte del Juez, en decidir que el sospechoso habría que descartarlo como posible autor de la voz dubitada. Por tanto, a pesar del resultado positivo de nuestro test de voz, la conclusión sobre la autoría sería negativa.

Obsérvese que hemos aquilatado mejor la probabilidad de realizar una identificación correcta gracias al conocimiento de que el test ha sido positivo porque de ser 0,0001 en un principio (dato que suponemos que ha sido ofrecido por los responsables de la sanidad pública) hemos obtenido el valor 0,0089206066, o sea, casi 90 veces más.

Por tanto, el valor de $P(\mathbf{M}/+)$ depende, en gran medida, de la probabilidad a priori $P(+)$.

Si quisiéramos que la respuesta al cálculo de $P(\mathbf{M}/+)$ fuera tal que nos inclinara a mantener que el sospechoso fuera el autor de la voz dubitada, digamos que fuera igual a 0,99, la probabilidad a priori tendría que ser mayor o igual a 0,5 (ver figura 1). En el supuesto de que sólo hubiera dos sospechosos posibles, podríamos defender semejantes tasas de acierto suponiendo que nuestro sistema tuviera estas características: $P(+/\mathbf{M}) = 0,99$ y $P(+/\mathbf{D}) = 0,01$. Llamamos la atención sobre estos últimos datos, que pueden llevar a error, porque el complementario de $P(+/\mathbf{M})$ es $P(-/\mathbf{M})$ y el de $P(+/\mathbf{D})$ es $P(-/\mathbf{D})$, por lo que el hecho de que, en este ejemplo, la suma de $P(+/\mathbf{M})$ y $P(+/\mathbf{D})$ sea **1**, no significa que uno sea complementario del otro.

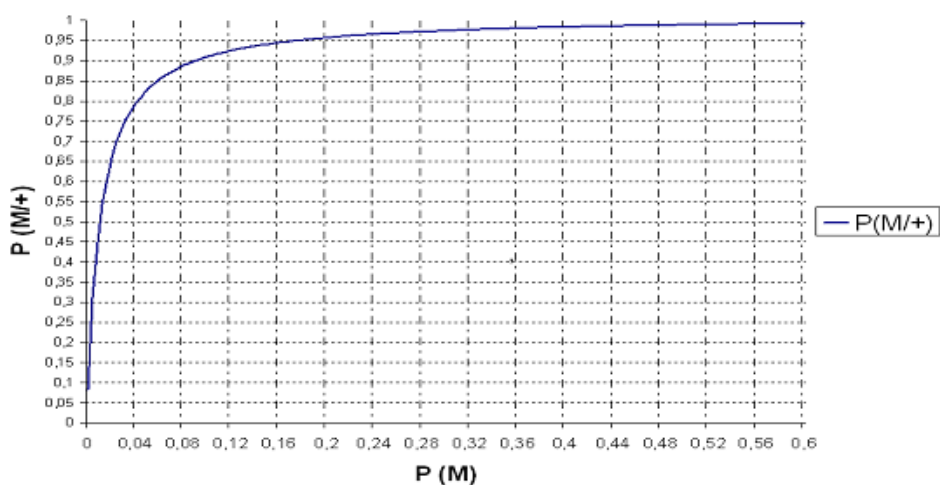


Figura 1

La transposición del condicional puede presentarse en distintos contextos porque, en definitiva, depende de la probabilidad condicional de partida. En el ejemplo anterior partimos de la $P(+/\mathbf{M})$. La falacia se cometería cuando el Fiscal preguntara al perito que manifestase con qué probabilidad el resultado del test podría mantener su veracidad, en realidad pregunta por la probabilidad $P(\mathbf{M}/+)$, y el perito le respondiera con la probabilidad $P(+/\mathbf{M})$, calculada por experimentación. La falacia la hubiera cometido el perito.

Si la pregunta del Fiscal fuera con qué probabilidad su resultado pudiera ser erróneo, $P(\mathbf{D}/+)$, y el perito le contestara con $P(+/\mathbf{D})$, nuevamente el perito cometería la falacia de transposición del condicional.

El Fiscal pudiera hacer la pregunta no fijándose en la veracidad o no del resultado, como en los planteamientos anteriores, sino haciendo hincapié en que el perito manifieste cómo funciona su sistema y cómo influye su experiencia para no equivocarse. En este enfoque, el perito volvería a manifestar lo que él puede calcular o valorar con su experiencia, es decir, nuevamente: $P(+/\mathbf{M})$ y $P(+/\mathbf{D})$, así como sus complementarios, $P(-/\mathbf{M})$ y $P(-/\mathbf{D})$. Sería ahora el Fiscal el que razonara falazmente, porque en este caso el perito ha respondido bien a las preguntas del Fiscal. El Fiscal podría razonar falazmente así: “el perito manifiesta que, por su experiencia, la probabilidad de equivocarse cuando compara voces de personas distintas es pequeña; el resultado de su test ha sido positivo; entonces, habiendo sido positiva la comparación y dado que la probabilidad de equivocarse

el perito es muy pequeña, la probabilidad de que haya cometido un error es muy pequeña”. El Fiscal otorga a la $P(\mathbf{D}/+)$ el valor de $P(+/\mathbf{D})$.

En el caso anterior, el Fiscal también podría razonar de forma complementaria, es decir, diciendo: “el perito manifiesta que, por su experiencia, la probabilidad de acertar cuando compara voces procedentes de la misma persona es muy alta; el resultado de su test ha sido positivo; entonces, habiendo sido positiva la comparación y dado que la probabilidad de acertar el perito es muy alta, la probabilidad de que haya cometido un error es muy pequeña”. El Fiscal otorga a la $P(\mathbf{M}/+)$ el valor de $P(+/\mathbf{M})$. Se vuelve a cometer la falacia que, anteriormente, pusimos en boca del perito.

Por último, cabe imaginar un caso análogo donde se comete la transposición del condicional de forma ligeramente distinta a las mencionadas. Por ejemplo, el Fiscal podría interpretar que existiendo escasa probabilidad de encontrar la evidencia en una persona inocente, para él $P(\mathbf{D}/+)$ por el hecho de que el informe del perito ha sido positivo y que su tasa de error experimental es muy pequeña, la probabilidad de que el sospechoso sea autor de la voz es muy grande, $P(\mathbf{M}/+)$. Siendo cierto que las probabilidades mencionadas son complementarias, lo que no es cierto – a ahí estriba la falacia – es que el Fiscal tenga resuelta la primera de dichas probabilidades condicionales. En realidad, sólo tenía en su poder $P(+/\mathbf{D})$.

Saliendo del ejemplo y tratando de generalizar, se presenta la falacia cuando se confunden $P(E/H_d)$ y $P(H_d/E)$, donde E es la evidencia y H_d es la hipótesis de que la muestra analizada no procede del sospechoso. En este nuevo contexto, H_f sería la hipótesis de que la muestra analizada procediera del sospechoso. Los subíndices se han elegido para relacionar las hipótesis con los roles habituales del Fiscal (f) y de la defensa (d).

En este nuevo marco, podrían producirse comentarios como los siguientes:

- “Si $P(E/H_d) = 1 / 1.000.000$, consideramos que esa es la probabilidad de que otra persona ajena al sospechoso sea autora de la voz”. La falacia cometida es que esa frase se corresponde con el cálculo de $P(H_d/E)$.
- “Si $P(E/H_d) = 1 / 1.000.000$, consideramos que esa es la probabilidad de encontrar una persona elegida aleatoriamente en la población de referencia como autora de la voz”. La falacia se comete cuando se concluye, dado lo anterior, que la probabilidad de que otra persona ajena al sospechoso sea autora de la voz sea la mostrada. Nuevamente, esta última frase se corresponde con el cálculo de $P(H_d/E)$.
- “La probabilidad de encontrar E en una persona inocente es $1/10.000$. Por tanto, la probabilidad de que el sospechoso sea el autor de la voz es $99,99\%$ ”. Aquí, la falacia se comete porque se parte de $P(E/H_d)$, valor muy bajo, se adjudica ese valor a $P(H_d/E)$, y se termina calculando el complementario $P(H_f/E)$.

Pero esta falacia puede ser cometida todavía de forma más burda y, no podemos sorprendernos de que ocurra con más frecuencia que los ejemplos expuestos.

Fijémonos en las siguientes expresiones:

- Las características examinadas de las voces comparadas son idénticas, por tanto, las voces proceden de la misma persona, o la voz cuestionada ha sido pronunciada por el sospechoso.
- Las características de las voces comparadas son muy similares, por tanto, existe alta probabilidad de que las voces hayan sido producidas por la misma persona, o que la voz cuestionada provenga del sospechoso.

En estas expresiones se refleja, en el primer caso, que dado que el test ha sido positivo, y dado que el sistema empleado es muy fiable, la probabilidad de que se haya acertado es absoluta. Se afirma,

con la máxima rotundidad imaginable, que $P(\mathbf{M}/+) = P(+/\mathbf{M})$, si nos centramos en el contexto del primer ejemplo, o que $P(H_i/E) = P(E/H_i)$, en el contexto del ejemplo más genérico.

Si se utilizan escalas verbales de probabilidad que maticen la categorización de las afirmaciones del caso anterior, no se consigue eliminar o mitigar la falacia. Se comete el error de transposición del condicional igualmente.

Además de la comisión de la falacia, la categorización positiva o negativa de las escalas verbales se contradice con los fundamentos de la metodología de la ciencia experimental. Se comete un error grave porque se pretende realizar una demostración absoluta de una hipótesis cuando los análisis realizados sobre la evidencia y los resultados alcanzados, además de la experimentación conocida con las técnicas aplicadas, están muy lejos de ser suficientes para sostener que con ellos se puede llegar a ese tipo de demostraciones.

2.3.4 Falacia del abogado

Imaginemos que, dada la evidencia, la probabilidad de encontrar una persona elegida aleatoriamente en la población de referencia como autora de la voz fuera 1/100. Cuando el perito aportara ese dato, el abogado podría sostener que en una ciudad con 200.000 habitantes que cumplan los requisitos propios de la población, serían 2000 personas las que pudieran ser autoras. Por tanto, la probabilidad de que su defendido fuera el autor de la voz sería escasa. Estrictamente hablando, esta argumentación no conlleva error matemático alguno, es más, desde ese punto de vista es correcto lo que se afirma. La falacia consiste en quitar relevancia a la prueba pericial debido a que el resultado alcanzado, en sí mismo correcto, parece un argumento convincente a favor de la inocencia del sospechoso. Sin embargo, antes de la prueba, la probabilidad de que el sospechoso fuera autor de la voz era de 1/200.000 – considerando que todos los miembros de la población de referencia fueran equiprobables autores de la voz cuestionada -, y después de ella llega a ser 1/2000. Se ha multiplicado por 100 la probabilidad de que el sospechoso pudiera ser el autor.

2.3.5 Falacia sobre la probabilidad de encontrar otro cotejo positivo en una población de referencia

También es frecuente el error consistente en calcular la probabilidad de encontrar otro cotejo positivo en una población de referencia a partir de la probabilidad de cotejo positivo aleatorio en dicha población (Aitken et al., 2004, página 83).

Como ejemplo podemos acudir nuevamente a la llamada anónima realizada por un varón y relacionada con una amenaza de bomba. Se examina la voz de la amenaza y, tras la investigación correspondiente, se consigue encontrar a un sospechoso. Se comparan sus voces y se obtiene un cotejo positivo teniendo en cuenta las características estudiadas.

La frecuencia relativa de encontrar esas características en la población relevante se denomina γ . Por tanto, $P(E/H_d) = \gamma$.

La falacia consiste en identificar la probabilidad de encontrar las mencionadas características en una selección aleatoria de una persona en una población de referencia con la probabilidad de encontrar otra persona con esas características en dicha población.

La probabilidad de encontrar a una persona, seleccionada al azar en una población de referencia, que no tenga las características extraídas del examen de la voz cuestionada, es de $1 - \gamma$.

Si la población relevante relacionada con la voz de la llamada llega a N habitantes, asumiendo independencia entre los miembros de esa población respecto a la evidencia, nos encontramos con

una probabilidad de $(1 - \gamma)^N$ de que ninguno de los miembros de la población relevante tiene esas características.

El suceso complementario de lo anterior representa la probabilidad de que, al menos, una persona de la población relevante pudiera tener las características encontradas en la evidencia: $\theta = 1 - (1 - \gamma)^N$.

Suponiendo que $N = 1.000.000$, $\gamma = 1/1.000.000$, $\theta = 0.632$. Existe un 63,2% de encontrar en la población relevante otra persona con las características encontradas en la evidencia.

Si $N = 10.000.000$ y los demás datos permanecen igual: $\theta = 0.9995$. Existe un 99,995% de encontrar en la población relevante otra persona con las características encontradas en la evidencia.

Los resultados mostrados nos hacen comprender lo lejos que está la intuición de la realidad - nos veríamos afectados por la falacia porque nos parecería lógico que la probabilidad de encontrar otro cotejo positivo con esas características en la población de referencia fuera γ , probabilidad de encontrar aleatoriamente en la citada población las mismas características que las encontradas en la evidencia -.

En la figura 2 se puede ver la evolución de las probabilidades de encontrar, al menos, a otra persona en la población relevante con las mismas características que las halladas en la muestra dubitada en función de las variables frecuencia relativa (γ) y tamaño poblacional (N).

Lógicamente, cuanto mayor sea la población mayor valor tendrá θ para el mismo rango de frecuencias relativas.

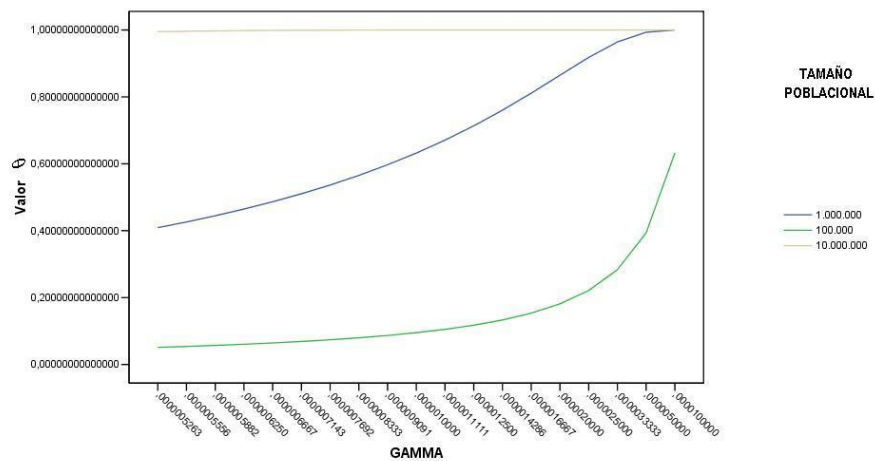


Figura 2

2.3.6 Falacia sobre el número de personas en la población de referencia que tendríamos que examinar para encontrar las mismas características que las halladas en la evidencia (también denominada como falacia de error de conversión numérica)

Se trata de una falacia emparentada con la del apartado anterior (Aitken et al., 2004, página 84). En este caso nos preguntamos por el número n de personas que habría que someter a un test para encontrar otra, en la población de referencia, que tuviera las mismas características que las encontradas en la evidencia.

La falacia consiste en intentar hallar ese número calculando la inversa de la frecuencia relativa de que, aleatoriamente y en la población de referencia, se encuentre a otra persona con las mismas características que las encontradas en la evidencia. Por tanto, se hace $n = 1/\gamma$.

Siguiendo con el ejemplo del apartado anterior, supongamos que la frecuencia relativa es de $1/5.000.000$.

Llevados de la falacia diríamos: "necesitamos 5.000.000 de personas, al menos, para encontrar otra persona cuya voz pudiera tener las mismas características que la voz cuestionada".

Sin embargo, sabemos que $1 - \gamma$ es la probabilidad de que un individuo, aleatoriamente elegido en la población relevante, no tenga las mismas características que las encontradas en la voz cuestionada. Si hay n individuos elegidos aleatoriamente, $(1 - \gamma)^n$ sería la probabilidad de que ninguno de los n individuos escogidos de la población relevante pudiera dar positivo en el cotejo. $\theta = 1 - (1 - \gamma)^n$ sería la probabilidad de que, al menos, un individuo pueda ser cotejado positivamente con la voz cuestionada tras haber chequeado a n en la población relevante.

Si $\theta = 0.5$, es decir, si hubiera un 50% de probabilidad de encontrar en la población relevante otra persona con las mismas características en su voz que las encontradas en la dubitada, tras chequear n individuos, para asegurar que el cotejo positivo sea más probable que su contrario diríamos:

$$\begin{aligned} 1 - (1 - \gamma)^n &> 0.5, \text{ es decir,} \\ (1 - \gamma)^n &< 0.5, \text{ entonces} \\ n \log(1 - \gamma) &< \log 0.5, \\ n &> \log 0.5 / \log(1 - \gamma), \text{ es decir,} \\ n &> \psi_5, \text{ donde el subíndice indica que se ha elegido un valor de 0.5 para } \theta. \end{aligned}$$

El valor anterior, realizando las operaciones anteriores, es $n > 3.465.735,5$, por lo que redondeando al alza, $n > 3.465.736$.

Como puede apreciarse, el número de personas que tendríamos que someter a un test en las condiciones de este problema es sensiblemente inferior a los 5.000.000 de personas que se calcularon haciendo uso de la falacia.

Cuando θ sube, por ejemplo, igual a 0.9, entonces aumenta el número de personas necesarias. Manteniendo todos los datos del problema y haciendo únicamente el mencionado cambio:

$$\begin{aligned} 1 - (1 - \gamma)^n &> 0.9, \text{ es decir,} \\ (1 - \gamma)^n &< 0.1, \text{ entonces} \\ n \log(1 - \gamma) &< \log 0.1, \\ n &> \log 0.1 / \log(1 - \gamma), \text{ es decir,} \\ n &> \psi_9, \text{ donde el subíndice indica que se ha elegido un valor de 0.9 para } \theta. \end{aligned}$$

El valor anterior, realizando las operaciones anteriores, es $n > 11.512.924,3$, por lo que redondeando al alza, $n > 11.512.925$.

En este segundo supuesto, la falacia reduce el número de personas necesarias que deben ser sometidas a un test antes de encontrar otra persona con las mismas características con un 90% de probabilidad.

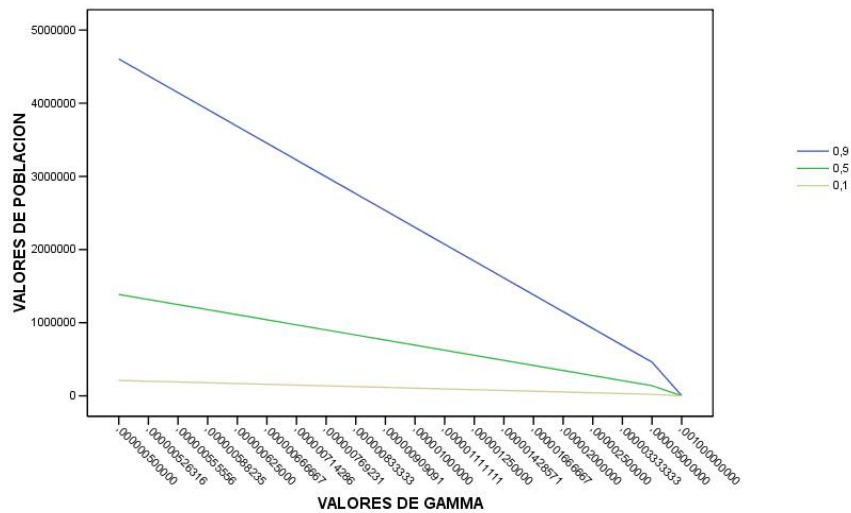


Figura 3

En la figura 3 precedente puede verse cómo se relacionan las variables: frecuencia relativa (eje de abcisas – variable “ γ ”), número de personas que necesitan ser sometidas a un test para encontrar otra con las mismas características que las halladas en la muestra dubitada (eje de ordenadas – variable “ n ”), y los distintos valores de probabilidad de que, al menos, se encuentre una primera persona en una población de referencia con las mismas características que las halladas en la muestra dubitada (rectas con distintos colores –variable “ θ ”). Como es lógico, a medida que la probabilidad θ es mayor, se necesita someter a un test a más personas para cada uno de los valores de frecuencia relativa que consideremos.

2.3.7 Falacia de la unicidad

Esta falacia (Aitken et al., 2004, página 86) se comete ordinariamente en áreas de la criminalística donde la naturaleza de la pericia tiene enorme poder identificativo, como los análisis de ADN o huellas dactilares. Sin embargo, también se presenta en informes de voz, a pesar del conocimiento de la enorme distancia entre el poder identificativo de la voz y las mencionadas muestras biométricas.

De acuerdo a lo expuesto en la referencia citada, el FBI autorizó a sus expertos de ADN a que afirmasen categóricamente la pertenencia de una muestra cuestionada a un individuo cuando la probabilidad de un cotejo positivo aleatorio fuera menor a 1 dividido por 260.000 millones de personas.

La conclusión anterior es fruto de considerar que la probabilidad de encontrar a otra persona en el mundo con las mismas características es cero.

A tal forma de razonar se le llama falacia sobre la unicidad porque pasar de una probabilidad a una certeza – en ese contexto - es un acto de fe, no un razonamiento basado en la lógica. La identificación de una persona a partir de una muestra es una opinión.

Además, tal interpretación se contradice con el papel que un experto desempeña dentro de un proceso de decisión sobre la culpabilidad o no de un sospechoso como autor de un hecho delictivo. El experto no puede ser la persona que determine cuál es el nivel de duda razonable sobre la relación muestra-sospechoso imponiendo una población de referencia determinada, aunque sea toda la población actual en el mundo.

2.3.8 Otras dificultades de interpretación relacionadas con la frecuencia relativa

- Cuando el experto proporciona la frecuencia relativa de ocurrencia de unas características biométricas concretas derivadas de una muestra en una población de referencia, se corre el riesgo de que el Tribunal tenga un problema de interpretación cuando se manifieste que la población relevante es mucho más pequeña que $1/\gamma$, siendo γ la frecuencia relativa. Sencillamente, dado el valor de $1/\gamma$, parece decirse que no cabe encontrar en la población relevante una persona con esas características, luego esa evidencia no sería combinable con otras que pudiera haber en el caso a favor de la defensa.
- Si el experto tiene que tener en cuenta una hipótesis alternativa consistente en que la muestra pudiera proceder de un pariente en segundo grado (un hermano), tratándose de un cotejo de perfiles de ADN, no parece que tenga sentido decir que la frecuencia relativa en cuestión sea de 1 entre 400 hermanos, por ejemplo.
- La utilización de la frecuencia relativa puede tener sentido cuando no exista muestra de un sospechoso disponible, es decir, cuando el crimen investigado siga pendiente de la identificación de su autor o, aunque sea conocido, no haya sido detenido y no se disponga de muestra biométrica indubitada. En otro caso, se deberá utilizar el LR.

Este apartado merece un comentario especial porque en ADN se distingue entre la frecuencia de un perfil (profile probability) en una población de referencia y la probabilidad de coincidencia aleatoria (random match probability) entre el perfil de una muestra y el de un sospechoso perteneciente a una población de referencia. En el primer caso nos encontramos ante una frecuencia relativa de aparición de un perfil, y en el segundo se calcula la probabilidad de que pueda existir otra persona escogida aleatoriamente en la población de referencia, además del sospechoso, que pueda provocar otra coincidencia. Por tanto, la probabilidad de coincidencia aleatoria requiere un planteamiento donde aparecen dos coincidencias distintas: la acaecida entre el sospechoso y la muestra – coincidencia conocida y previa -, y la que pudiera existir entre otra persona distinta al sospechoso perteneciente a la población de referencia y la misma muestra, cuya probabilidad se quiere calcular. Se denomina equilibrio Hardy-Weinberg a la distribución equilibrada de frecuencias alélicas en una población. También se le conoce como apareamiento aleatorio (random mating). Pues bien, por un lado la probabilidad de un perfil puede denotarse como $\Pr(E_c = A \mid H_d, I)$, donde E_c representa el perfil de la muestra dubitada y H_d la hipótesis de la defensa, es decir, que aleatoriamente una persona de la población del autor del crimen pudiera tener el mismo perfil que el encontrado en E_c . Y, por otro, la probabilidad de que otra persona ajena al sospechoso pudiera tener el perfil encontrado en la muestra dubitada se expresa mediante $\Pr(E_c = A \mid E_s = A, H_d, I)$, donde E_s es un suceso conocido y, por tanto, condicionante: el hecho de que el sospechoso tenga el perfil A. Ambas probabilidades no coinciden cuando los potenciales candidatos a ser autores de la muestra dubitada no sean independientes genéticamente.

- Hay casos donde no es posible establecer el numerador del LR como la unidad en evidencias de ADN: casos de paternidad, personas desaparecidas o mezcla de perfiles. En estos casos, el valor de la evidencia de ADN no puede ser establecido como $1/\gamma$.

2.3.9 Falacia de la apuesta “a priori” igual a la unidad

No es infrecuente pensar que a la hora de plantearse si un sospechoso es autor de la voz, sin tener más información disponible que las muestras, tanto la dubitada como la indubitada, en principio podríamos partir de dos hipótesis alternativas y con igual probabilidad: H_f y H_d . Así la apuesta “a priori” sería igual a 1. Por tanto, esa apuesta no afecta al cálculo de la apuesta “a posteriori” en el sentido de inclinar la balanza hacia una u otra de las hipótesis propuestas.

Sin embargo, lo anterior es un planteamiento falaz porque esa apuesta no respeta el principio de presunción de inocencia. No es cierto que las probabilidades que conforman la apuesta “a priori” sean iguales porque pueden existir muchos otros potenciales autores de la voz cuestionada, es decir, muchas otras personas que pudieran tener características de voz semejantes a las del sospechoso. Eso es lo que importa realmente, no que exista un solo sospechoso debido a los resultados conseguidos en la investigación. Nadie aceptaría, por ejemplo, que le dijese que por vivir en una determinada ciudad donde se ha cometido un crimen, en principio pudiera ser tan culpable como inocente.

CAPÍTULO 3: LAS GUÍAS DE PROCEDIMIENTOS FORENSES

3. Las Guías forenses internacionales

3.1 La Guía de ENFSI sobre conclusiones evaluativas.

En el año 2008, se publicó una Guía sobre interpretación de resultados de informes periciales de carácter evaluativo, por parte de la Asociación de Proveedores de Ciencia Forense (AFSP), para su aplicación en Gales, Inglaterra e Irlanda. El proyecto que condujo a la publicación de esa Guía lo lideró la Dra. Sheila Willis, directora del laboratorio de la Garda irlandesa, y en el desarrollo del documento participó el Instituto de Policía Científica de la Universidad de Lausana (Suiza), destacando la contribución del profesor Christophe Champod.

Sin duda, el documento referido fue el embrión de un proyecto para el desarrollo e implementación de un estándar de ENFSI para informar sobre la evidencia forense de carácter evaluativo. La denominación original fue la siguiente: “Development and implementation of an ENFSI standard for reporting evaluative forensic evidence”. El proyecto se enmarcó dentro del programa de investigación de ENFSI denominado Monopoly, concretamente el ofertado en el año 2010, y estuvo financiado por ISEC (Prevention of and Fight against Crime), de la Comisión Europea.

El proyecto finalizó en diciembre de 2014, tras tres años de desarrollo (2012-2014). Fue codirigido por Sheila Willis y su equipo del laboratorio de la Garda irlandesa y por Christophe Champod y su equipo del Instituto de Policía Científica de la Universidad de Lausana (Suiza). Sus participantes fueron los siguientes:

Servicio Forense de la Garda Irlandesa: Sheila Willis, Louise Mc Kenna, Sean Mc Dermott y Geraldine O' Donnell.

Instituto de Criminalística y Criminología de Bélgica: Aurélie Barrett.

Centro Forense Nacional de Suecia: Birgitta Rasmusson, Tobias Höglund y Anders Nordgaard.

Instituto Forense de Holanda: Charles Berger y Marjan Sjerps.

Servicio de Criminalística de la Guardia Civil: José Juan Lucena Molina.

Instituto de Investigación Forense de Cracovia (Polonia): Grzegorz Zadora.

Universidad de Edimburgo (Escocia - Reino Unido): Colin Aitken.

LGCForensics (Reino Unido): Tina Lovelock y Luan Lunt.

Instituto de Policía Científica de la Universidad de Lausana (Suiza): Christophe Champod, Alex Biedermann, Tacha Hicks y Franco Taroni.

La idea de los creadores del proyecto fue la de redactar un estándar de ENFSI sobre conclusiones evaluativas, el primero en su género de aplicación en toda la Unión Europea, de cumplimiento voluntario porque ENFSI no emite documentos técnicos de obligado cumplimiento al no tener esa potestad legalmente atribuida – por esa razón se abandonó la idea de denominar al documento “estándar” y se cambió por el de “Guía” -, pero de indudable valor científico al estar redactada por quienes en ENFSI están acreditados como los mayores expertos en la materia en la red, y por el especial, expreso y reiterado apoyo al proyecto por la Junta Directiva durante los años de su desarrollo como consta en sus memorias anuales.

El único país del sur de Europa representado en el proyecto fue España, gracias a que uno de los autores de esta obra fue aceptado como participante en el desarrollo del documento. Sin duda, la aceptación de su candidatura estuvo avalada por el reconocimiento que el Área de Tratamiento de Voz y Señales de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid tenía ante sus principales promotores. Para formar parte de los proyectos del programa Monopoly de ENFSI, financiado por la Comisión Europea, había que ser miembro de un Instituto de ENFSI, y los profesores e investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid no tenían esa condición al impedírseles los estatutos de la red.

Ni que decir tiene que la contribución de ese coautor en el proyecto estuvo permanentemente apoyada por el citado grupo de investigación universitario desde el origen, culminando en la redacción del ejemplo que figura en la Guía sobre reconocimiento de locutores por la voz mediante el uso de un sistema automático capaz de expresar las conclusiones de los cotejos de voces mediante relaciones de verosimilitudes.

Durante los años de desarrollo de la Guía se hicieron cuatro reuniones, a las que pudo asistir en su totalidad. Además, representantes del grupo desarrollador del proyecto se reunieron con los de los Grupos de Trabajo de ENFSI y sus principales Comités, así como con los miembros de la Junta Directiva, buscándose la colaboración científica de todos los expertos de ENFSI de forma expresa para la mejora de la redacción del documento.

Una contribución especial en la Guía por parte de quien escribe puede contemplarse en su glosario de términos. Los razonamientos expresados en algunas sesiones sobre la dificultad conceptual, de raíz filosófica, de términos predominantes en la literatura de habla inglesa especializada como “evidence”, llevaron a los integrantes del proyecto a elegir otros términos como “findings” (traducido literalmente por hallazgos, en español) al referirse a los vestigios recogidos en las inspecciones oculares realizadas en la escena del crimen por los investigadores, o a remarcar que el término “evidence” se entendía en la Guía por su significado jurídico, es decir, como prueba.

Igualmente, entregado el documento final del proyecto a la Junta Directiva en el plazo marcado, en marzo de 2015 se publicó la primera versión oficial de la Guía en la página web de la red. Se realizaron simposios específicos para dar a conocer su contenido a miembros de ENFSI y se transmitieron en el marco de los congresos organizados por la Academia Europea de Ciencias Forenses, principal órgano de difusión del conocimiento científico de ENFSI.

Sigue sin existir una Guía semejante, en la actualidad, en otros foros de ciencia forense internacionales análogos a ENFSI, ni en contenido ni en extensión, porque la Guía ofrece numerosos ejemplos de aplicación de sus principios y procedimientos en numerosas áreas de criminalística diferentes relacionados con cotejos criminalísticos.

Además, incluye una hoja de ruta para ayudar a los laboratorios a que puedan realizar una programación de actividades formativas dirigidas a la implantación de las directrices de la Guía en sus procedimientos de trabajo.

La Guía está disponible en la siguiente dirección: <http://enfsi.eu/documents/forensic-guidelines>

3.1.1 Principios de la evaluación en la ciencia forense

Los estadísticos forenses del Instituto de Policía Científica de la Universidad de Lausana (Suiza) suelen citar la obra titulada *Interpreting Evidence. Evaluating Forensic Science in the Courtroom*, de B. Robertson y G.A. Vignaux, publicada en 1995, como la primera en su género que enmarca la evaluación de la evidencia forense dentro del marco jurídico propio de un proceso penal.

Si buscamos dónde encontrar la mayor precisión posible en la determinación de lo que se entiende por evaluar la evidencia por parte de un perito, sin duda la mejor referencia bibliográfica es la siguiente: I.W. Evett, G. Jackson, J.A. Lambert y S. McCrossan en *Science & Justice*, Volumen 40(4), en 2000, titulado *The Impact of the Principles of Evidence Interpretation on the Structure and Content of Statements*.

Del artículo referenciado enunciamos las tres reglas necesarias para realizar la evaluación forense de la evidencia:

- a) La interpretación de los hallazgos científicos ha de realizarse teniendo en cuenta un marco de circunstancias. La interpretación depende de la estructura y del contenido de ese marco.
- b) La interpretación sólo tiene significado cuando se formulan dos o más proposiciones competitivas.
- c) La función del experto forense consiste en asignar probabilidades a los hallazgos si se consideran ciertas las proposiciones, y no a las proposiciones.

Estas tres reglas constituyen la esencia de la conclusión evaluativa (Evett et al., 1988). En la práctica, se relacionan con los cotejos forenses entre muestras dubitadas e indubitadas, las primeras obtenidas en la escena del crimen – en principio de origen desconocido - y las segundas como consecuencia de la investigación – de origen conocido -. La finalidad de estas comparaciones es la de proporcionar al Tribunal la información que precisa sobre la posible relación de las muestras dubitadas con las indubitadas, pero hay que tener cuidado al interpretar la información que aporta el informe realizado por el perito.

Las reglas de evaluación de la evidencia mencionadas resaltan la necesidad de que el perito asigne probabilidades a los hallazgos (en este caso, el resultado empírico de un cotejo, es decir, sin realizar la inferencia sobre la identidad de la muestra dubitada – por ejemplo, lo que en comparación de perfiles de ADN recibe comunmente el nombre de MATCH, que no es más que la coincidencia de los perfiles comparados en todos sus marcadores), pero considerando ciertas las proposiciones de las partes en litigio: la de la acusación y la de la defensa. Por tanto, ha de asignar dos probabilidades condicionadas: (1) la probabilidad de los hallazgos considerando cierta previamente la proposición de la acusación; (2) la probabilidad de los mismos hallazgos considerando cierta la proposición de la defensa. Y, al compararlas mediante una relación matemática que no es otra cosa que una división aritmética, obtenemos una relación de probabilidades condicionales que, con mayor precisión, denominamos verosimilitudes.

Por consiguiente, dentro de este marco lógico de referencia para evaluar un cotejo criminalístico como prueba o evidencia, nos podemos encontrar con una casuística tan amplia como la de los cotejos de perfiles de ADN, en todas sus formas; de huellas dactilares y palmares; de huellas de calzado; de trazas instrumentales; de escritura y firma manuscrita; de cristales, pinturas y fibras; de huellas balísticas o entre voces de locutores, por enumerar algunos de los clásicos cotejos que se realizan en los laboratorios de nuestros días.

Pueden consultarse numerosísimos artículos publicados en revistas científicas internacionales de primer nivel sobre las características específicas de esos cotejos y sobre la forma de evaluar estadísticamente los resultados alcanzados, de forma muy especial en los últimos 30 años. De hecho, la Guía de ENFSI incluye un amplio elenco de casos reales resueltos con relaciones de verosimilitudes propuestos como ejemplos de aplicación de los principios de la Guía relacionados con las siguientes disciplinas: ADN, cristales, voces, huellas de calzado, rostros de personas grabadas en circuito cerrado de TV y residuos de disparo.

3.1.2 Tipología de conclusiones en informes periciales

La Guía de ENFSI admite que un perito puede responder a quien le solicite un informe de diferentes formas de acuerdo a la naturaleza de las conclusiones. Distingue entre conclusiones técnicas o fácticas, de investigación u operativas, de inteligencia y evaluativas. Realmente, la Guía sólo desarrolla el modo de expresar en los informes las conclusiones evaluativas, pero necesita hacer la mencionada distinción para subrayar la amplitud de posibles formas de concluir un informe pericial en función de lo que necesite el demandante.

Las conclusiones técnicas o fácticas son aquellas que sólo requieren una interpretación técnica de los resultados obtenidos. Por ejemplo, cuando un especialista mide la presión sonora emitida por una fuente de ruido a una determinada distancia, valiéndose de un sonómetro calibrado, sólo es posible interpretar el resultado de la medición desde un punto de vista técnico, además de poder estimar la incertidumbre asociada a la medida. Las actas de las inspecciones oculares recogen observaciones directas de los expertos en esa disciplina en el lugar de los hechos. Esas observaciones son resultados fácticos.

Las conclusiones de investigación requieren una explicación. Hay necesidad de formular hipótesis que puedan explicar los hechos conocidos que merezcan especial atención. Por ejemplo, cuando se investiga un incendio, los expertos tratan de averiguar su origen, su modo de propagación y su causa. En la formulación de hipótesis plausibles tienen mucha importancia sus conocimientos y experiencia.

Las conclusiones de inteligencia permite a los investigadores policiales enlazar casos, sucesos y situaciones que pueden ayudarles a tomar decisiones de naturaleza operativa o estratégica.

Las conclusiones evaluativas son aquellas que se formulan de acuerdo a los principios de la evaluación de la ciencia forense anteriormente expuestos, por tanto, tienen una forma particular de expresión que llamamos relación de verosimilitudes.

La distinción entre las conclusiones realizada, y por ende entre los tipos de informes posibles, es de naturaleza lógica aunque, por supuesto, no es descartable que en un mismo informe pudieran contemplarse conclusiones de diversa naturaleza lógica como, por ejemplo, conclusiones técnicas y evaluativas.

3.1.3 Determinación de proposiciones en conclusiones evaluativas

La Guía resalta la necesidad de que las proposiciones que el experto tome en consideración para evaluar la fuerza de la evidencia se formulen en colaboración con las partes en litigio a través del Juzgado. De esa forma, el perito podrá aportar la mejor información posible al Tribunal para la toma de decisiones (Taroni et al., 2013, páginas 467–470).

Los informes evaluativos son dependientes del contexto en que se sitúa cada caso criminal – contexto que sólo la Autoridad Judicial conoce en plenitud en cada momento del proceso – y a esa información la Guía la denomina *información condicionante*.

La Nota 2 de la Guía se centra en el concepto de *jerarquía de proposiciones*. Normalmente, las proposiciones que formulan la acusación y la defensa en relación con los cotejos criminalísticos se centran en la relación o no entre las muestras dubitada e indubitada. La relación más común es la de procedencia - cuando las proposiciones se enuncian en ese contexto, se les llama proposiciones a *nivel de fuente* - pero, en ocasiones, cuando la actividad criminal puede ser relevante para la observación de ciertas trazas o vestigios, la ausencia de esas evidencias pudiera ser altamente significativa para la determinación del tipo y modo de actividad acaecida, el tiempo en el que pudo transcurrir, etc. En este sentido, los conceptos de transferencia y persistencia de vestigios entre el

sospechoso y la víctima, o entre el lugar del crimen y sus actores, pueden ofrecer un importante valor probatorio adicional al de la mera procedencia. Igualmente, por tanto, los niveles promedio de existencia inocente de ciertos vestigios en el lugar donde se produjo el crimen son referencias que permiten valorar la aparición de niveles anormales. Cuando la actividad es relevante y las proposiciones se enuncian teniéndola en cuenta, reciben el nombre de proposiciones a *nivel de actividad*.

Por ejemplo, la ausencia de fibras en el asiento de un vehículo en el que se supone que hubo un forcejeo entre el agresor y su víctima puede ser significativa si, de acuerdo con la información disponible, cabría esperar encontrar un gran número de fibras.

3.1.4 Pre-valoración

La pre-valoración sobre la pertinencia de la prueba, no desde un punto de vista meramente jurídico sino desde un punto de vista práctico – relevancia de los resultados que cabe esperar tras la realización de la prueba – y económico – relación entre el coste de la prueba y su eficacia – es un concepto vinculado, en países anglosajones, a la práctica de la prueba pericial, y tiene su peso. Sin embargo, la pre-valoración no sólo tiene que ver con esos aspectos sino también con la calidad científica de los resultados, es decir, con la validación del método utilizado para el cálculo de las relaciones de verosimilitudes. Si no existen referencias previas que permitan valorar qué rango de valores posibles de relaciones de verosimilitudes cabe esperar en un contexto forense real simulado previamente en condiciones de laboratorio, es posible que las relaciones de verosimilitudes puedan estar descalibradas y no seamos conscientes de ello.

Las pre-valoraciones nos evitan enunciar proposiciones conducidas por los datos ya observados, aunque los redactores de la Guía reconocen que, en los primeros momentos de una investigación, esto es difícil de evitar.

Las pre-valoraciones se consideran imprescindibles cuando las proposiciones se formulan a nivel de actividad, es decir, cuando los mecanismos de transferencia, persistencia y niveles de trasfondo se consideran relevantes para evaluar la fuerza de los hallazgos evaluados como prueba. Esta prescripción se recoge en la Nota 3 de la Guía.

3.1.5 Relaciones de verosimilitudes con ausencia o insuficientes datos

No pocos expertos forenses no familiarizados con el paradigma de la verosimilitud en su trabajo ordinario perciben que la falta de bases de datos o de modelos probabilísticos adecuados a su casuística les exime de la obligación de transitar de su actual modo de valorar la fuerza de las pruebas que realizan al nuevo paradigma. El grupo desarrollador de la Guía quiso que constara en ella, expresamente, un apartado sobre este tema. Y en ese apartado se dice que tanto la ausencia de datos como la insuficiencia de datos no impide que puedan utilizarse expresiones de relaciones de verosimilitudes no numéricas basadas en conocimiento personal. También afirma que cuando se disponga de información numérica, evidentemente ha de utilizarse de modo preferente para cuantificar la relación de verosimilitudes. La razón que se esgrime en la Guía para el uso de LRs no numéricos es que estas relaciones expresan, principalmente, un marco lógico para evaluar lo observado como prueba, y para eso los números no son imprescindibles.

El documento también afirma que es posible utilizar expresiones verbales vinculadas a rangos de relaciones de verosimilitudes numéricas mediante el empleo de escalas, pero subraya que no está permitido asignar rangos numéricos a partir de expresiones verbales ante la ausencia de datos o su posible insuficiencia, sino sólo al revés.

En cualquier caso, las leyes y teoremas de la teoría de la probabilidad han de respetarse cuando se asigne una probabilidad a una proposición. El trabajo de O'Hagan y otros titulado *Uncertain Judgements: Eliciting Experts' Probabilities*, publicado por la editorial Wiley en 2006, es recomendado en la Guía cuando hayan de utilizarse expresiones verbales de relaciones de verosimilitudes como única opción (puede consultarse también Taroni et al., 2016).

3.1.6 Aplicación de la Guía de ENFSI en el ámbito jurisdiccional penal

La Guía de ENFSI incluye una hoja de ruta para que los laboratorios puedan converger con sus principios mediante un plan de formación pertinente y en un tiempo razonable. Pero siendo ese plan de formación necesario, no es lo más costoso – utilizando este término en sentido de expresar algo difícil de alcanzar -. Una vez que los laboratorios hayan interiorizado los principios de la Guía y empiecen a implementar procedimientos que les permita realizar las conclusiones de los informes respetando los principios de la evaluación de la evidencia, tienen ante sí la difícil misión de explicar al estamento judicial el cambio de paradigma.

En opinión de los autores, la iniciativa de esta necesidad formativa del estamento judicial la tendrían que llevar a cabo, principalmente, los laboratorios oficiales. Si los Tribunales han confiado en ellos durante décadas como informadores fiables desde el punto de vista científico, la mejor manera de que sigan confiando en ellos en el futuro es informarles de cualquier cambio que los científicos consideren pertinente en la aplicación de la ciencia en el ámbito procesal penal.

Desafortunadamente, no puede decirse que eso se esté llevando a cabo en España, como sí está ocurriendo desde hace años, por el contrario, en países como Suecia, Holanda, Reino Unido, Irlanda y Suiza, principalmente. Si existe alguna iniciativa en ese sentido proviene de personas singulares, como las llevadas a cabo por el Dr. Angel Carracedo y la Dra. Lourdes Prieto.

3.2 Lo que dicen otras Guías técnicas internacionales sobre las conclusiones de los informes periciales.

La primera iniciativa europea para normalizar las conclusiones de los informes periciales se llevó a cabo en el seno de un Comité Europeo de Normalización que recibió el nombre de "Procesos de Ciencia Forense" y se le otorgó el número 419. Ese Comité se constituyó formalmente en el año 2012 y AENOR, representando a España en el Comité, creó un Grupo de Trabajo dentro del Comité Nacional de Normalización 197, sobre informes periciales, por razones de eficacia organizativa.

El Comité Europeo de Normalización CEN-419 tuvo tres años de vigencia. La razón de que dejara de existir no fue que sus integrantes decidieran abandonar la tarea inicialmente emprendida, sino que decidieron sumarse a una iniciativa de ámbito internacional global, no sólo de ámbito europeo, promovida inicialmente por quienes ya habían desarrollado normas estandarizadas en el ámbito de los procesos forenses en su área de influencia: Australia y algunos otros países en su cercanía geográfica.

Las normas australianas AS 5388 fueron publicadas en el año 2013, y constituyeron un cuerpo de cuatro documentos (denominados "parte" y numerados de 1 a 4) que abarcaban los objetivos perseguidos por el CEN-419, entre ellos, el que hubiera un documento especializado en interpretación de resultados de informes periciales, concretamente el AS 5388.3. Cada una de esas partes fue sometida a la discusión de expertos del ámbito profesional y académico australiano. De esos documentos, la parte 3 fue la que suscitó mayor debate intelectual entre los expertos del país porque hubo reflejo mediático relacionado con la falta de consenso en materia estadística relacionada con la interpretación de los datos como evidencia (Morrison, 2012). La referencia de Morrison está avalada por quien escribe y un elenco extraordinario de los principales expertos en estadística forense de nuestros días en las principales ramas de la criminalística: Ian Evett, Sheila

Willis, Christophe Champod, Colin Aitken, Catalin Grigoras, Jonas Lindh, Norman Fenton, Amanda Hepler, Charles E.H. Berger, John S. Buckleton, William C. Thompson, Joaquín González Rodríguez, Cedric Neumann, James M. Curran, Cuiling Zhang, Daniel Ramos, Graham Jackson, Didier Meuwly, Bernard Robinson y G.A. Vignaux.

Mediante la decisión formal 42-2015 del Comité Europeo de Normalización CEN/TC 419, su trabajo se transfirió al Comité ISO/TC 272 “Procesos de Ciencia Forense”, amparado en el Acuerdo de Viena entre organismos normalizadores internacionales. En el Comité ISO/TC 272, AENOR representa a España, y ha sido formalmente aprobada la existencia de una parte 4 descrita como ‘Forensic Analysis. Part 4: Interpretation’.

ENFSI está representada en el Comité ISO/TC 272, y con respecto al contenido que propone para el desarrollo de la parte 4 sobre interpretación de resultados parte de la base de la Guía de ENFSI titulada “ENFSI Guideline for Evaluative Conclusions in Forensic Sciences” editada en marzo de 2015.

Vale la pena mencionar el estándar sobre ciencia forense G-19, de propósito general, editado por ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation), que contiene algunas referencias sobre las conclusiones de los informes periciales. Concretamente, hace un mención expresa a que la interpretación de lo observado respeta el segundo de los principios de evaluación de Evett: *“La interpretación sólo tiene sentido cuando se formulan dos o más proposiciones competitivas.”*

3.2.1 El desarrollo de la norma ISO/NP 21043-4 bajo responsabilidad del Comité ISO/TC 272 sobre el proceso forense.

La norma mencionada en el epígrafe es la denominación técnica que el Comité ISO/TC 272 ha dado al desarrollo de la parte 4, sobre Interpretación, que se encuentra en desarrollo en la actualidad. Los países y sus entidades normalizadoras, cuyas siglas se escriben entre paréntesis, que han formalizado tomar parte en el desarrollo de las nuevas normas forenses son los 23 siguientes:

Africa (1): Egipto (EOS).

América (3): Méjico (DGN), Estados Unidos (ANSI) y Canadá (SCC).

Asia (2): Japón (JISC) y Singapur (ESG).

Europa (15): Austria (ASI), Bélgica (NBN), Dinamarca (DS), Francia (AFNOR), Alemania (DIN), Hungría (MSZT), Italia (UNI), Holanda (NEN), Polonia (PKN), Rusia (GOST R), Serbia (ISS), España (UNE), Suecia (SIS), Suiza (SNV) y Reino Unido (BSI).

Oceanía (2): Australia (SA) y Nueva Zelanda (NZSO).

A continuación, se muestran los 19 países que han decidido ser observadores en el desarrollo de la norma:

Africa (2): Uganda (UNBS) y Emiratos Árabes Unidos (ESMA).

América (1): Argentina (IRAM).

Asia (7): China (SAC), Irán (ISIRI), Mongolia (MASM), Filipinas (BPS), Tailandia (TISI), Corea del Sur (KATS) y Malasia (DSM).

Europa (9): Bulgaria (BDS), Chipre (CYS), Chequia (UNMZ), Finlandia (SFS), Portugal (IPQ), Rumanía (ASRO), Eslovaquia (UNMS SR), Ucrania (DSTU) y Malta (MCCAA).

En lo que respecta a Europa, todos los países citados en ambas listas disponen de laboratorios oficiales pertenecientes a ENFSI, con excepción de Portugal. Entre los países desarrolladores, los europeos representan algo más del 65%, todos con laboratorios oficiales en ENFSI. Y entre los observadores, algo más del 47%, sólo uno sin laboratorio perteneciente a ENFSI.

Las partes 1 y 2 de la norma ISO 21043 (referenciadas como normas ISO 21043-1:2018 e ISO 21043-2:2018), ya han visto la luz oficialmente. La primera está relacionada con definiciones y términos de referencia y la segunda con la inspección ocular y la cadena de custodia. A partir de la parte 3, inclusive, todas las restantes están actualmente en desarrollo. La parte 3 denominada "Analysis" se refiere a la fase de análisis en los laboratorios. La parte 5 denominada "Reporting" que se refiere a la comunicación perito-Juez una vez realizado el informe pericial y remitido al Juzgado.

CAPÍTULO 4: HACIA LA COMPRENSIÓN DE LA POLÉMICA

4. ¿Por qué triunfó el LR en los laboratorios forenses de ADN?

4.1 Introducción

En este apartado se recoge y sintetiza información de reconocidos expertos en la comunidad científica internacional especializada tanto en técnicas de ADN forenses como en valoración estadística de ese tipo de pruebas. Puede ser útil a quienes, en el ámbito de su trabajo profesional y con independencia de su actuación en un proceso judicial, necesiten profundizar en aspectos básicos de carácter estadístico que pueden encontrarse en informes periciales de ADN emitidos por laboratorios forenses. No obstante, una gran parte de lo que se expone en este capítulo es aplicable a cualquier otra disciplina criminalística en la que se realicen cotejos, por lo que su lectura se considera recomendable para cualquier experto forense.

4.2 Una comprensión intuitiva de la relación de verosimilitudes (LR)

Parece un signo distintivo de nuestra época tener que familiarizarse con acrónimos relacionados con palabras escritas en inglés en todas las ciencias. También ocurre eso en el ámbito de un cotejo criminalístico de perfiles genéticos de origen humano: DNA, PCR, STR, LR, etc. De todas esas siglas sólo la última se relaciona directamente con la valoración estadística de las coincidencias encontradas entre los marcadores genéticos comparados y obtenidos de una muestra dubitada y otra indubitada. El contexto de este apartado es el de una investigación de un hecho criminal a partir de indicios recogidos en la escena del crimen.

LR se corresponde con las letras iniciales de las palabras inglesas “Likelihood Ratio”, que traducimos por “Relación de verosimilitudes”.

Hay que tener cuidado con el término “verosimilitud” empleado en la expresión del LR porque se trata de un término técnico con significado específico. Se predica de una proposición - forma en que se llama en lógica a los juicios, estructuralmente caracterizada por un sujeto y un predicado nominal unidos por el verbo ser - susceptible de ser verificable, es decir, de la que puede comprobarse su veracidad o falsedad, pero no aisladamente porque se predica de *una proposición condicionada a otra*. Si no fuera así, en nada se distinguiría esencialmente de su significado común.

Pongamos un ejemplo: *el perfil dubitado procede del sospechoso* puede transformarse en *el sospechoso es la fuente del perfil dubitado*. Se trata de una proposición que pudiera sostener la acusación en un procedimiento penal. Tiene carecer hipotético porque es lo que hay que probar. El sujeto de la frase es “el sospechoso”, el verbo ser tiene función copulativa y, en última instancia, colocamos el predicado “la fuente del perfil dubitado”. Se trata de un juicio formal en toda regla. En este ejemplo no se enuncia la proposición como una verosimilitud porque falta condicionarla a otra.

Siguiendo con el ejemplo, vamos encaminándonos para entender el término “verosimilitud” empleado en las proposiciones utilizadas en las relaciones de verosimilitudes dando el siguiente paso: *el perfil dubitado procede del sospechoso dado que se ha verificado la coincidencia de los perfiles genéticos comparados*. No sólo enunciamos la procedencia del perfil hallado en el vestigio sino que añadimos que se ha verificado previamente que los perfiles comparados son coincidentes. Pero aún alcanzando este nivel de comprensión hay un serio peligro de entender mal el término “verosimilitud” en el contexto considerado porque no es equivalente a probabilidad condicional, sin más. No es lo mismo decir que queremos hallar la *verosimilitud* de que *el perfil dubitado proceda del sospechoso dado que se ha verificado la coincidencia de los perfiles genéticos comparados*, que decir que queremos hallar la *probabilidad* de exactamente lo mismo, porque la verosimilitud enunciada es equivalente a querer hallar una específica probabilidad condicional: la probabilidad de *verificar la*

coincidencia de los perfiles genéticos comparados dado que el perfil dubitado procede del sospechoso. Se ha producido una inversión en el orden de los términos de la frase compuesta que nos indica que, aunque la verosimilitud tiene estructura lógica de una probabilidad condicional, no es cualquier tipo de probabilidad condicional. Verosimilitud y probabilidad condicional no son términos intercambiables en todo caso.

La estructura lógica especial de una verosimilitud en ciencia forense con respecto a la de una probabilidad condicional se entiende bien si se percibe que lo verosímil se predica de una determinada proposición de carácter hipotético. En este contexto, las proposiciones de las que queremos conocer su verosimilitud son las siguientes: “el perfil dubitado procede del sospechoso” o “el perfil dubitado no procede del sospechoso”, ambas claramente con el carácter mencionado porque enuncian lo que se quiere probar, pero la diferencia primordial entre el término verosimilitud empleado en las relaciones de verosimilitudes respecto al sentido del término en el lenguaje común es que la probabilidad que interesa asignar es la de lo observado, expresado mediante el término “evidence” (evidencia), dadas cada una de las proposiciones hipotéticas consideradas.

El término “evidence” en inglés es polisémico en extremo, mucho más que el término español “evidencia”. En el contexto de un cotejo de perfiles de ADN se expresa con ese término una determinada coincidencia entre los marcadores genéticos de los perfiles que se comparan, marcadores elegidos de acuerdo a las características técnicas consideradas por la empresa especializada para identificar personas en una población. Los ingleses lo llaman “match”.

Una coincidencia de marcadores genéticos comparando dos perfiles de ADN entre sí es una proposición fáctica. Si se observa, constatamos un hecho, no una hipótesis. Las proposiciones que son susceptibles de que puedan ser o no verosímiles son las que tienen carácter hipotético, la coincidencia de marcadores observada no. Por eso, lo que condiciona en una verosimilitud son las proposiciones hipotéticas, no lo observado.

Lo explicado hace que enunciar el significado de un LR en ciencia forense como relación de verosimilitudes no sea algo intuitivo, ni siquiera sencillo. Si se explica qué es un LR diciendo que es una relación entre probabilidades condicionales no se comete error alguno, porque ciertamente lo es, pero si lo que condiciona en las probabilidades condicionales constitutivas de una relación de verosimilitudes no son proposiciones hipotéticas, se cometería un grave error porque esas probabilidades condicionales no serían realmente verosimilitudes.

Esclarece el concepto de verosimilitud empleado en ciencia forense pensar que se trata de una probabilidad de lo observado por el experto condicionado a una proposición hipotética planteada por una de las partes del proceso penal. Si se habla de relación de verosimilitudes, con ello se expresa que el LR es esencialmente relativo. Existe una comparación entre verosimilitudes que, matemáticamente expresamos mediante una división.

La relatividad esencial del concepto técnico de verosimilitud empleado en ciencia forense obedece a la idea de que la fuerza probatoria de una proposición fáctica, como es la expresión del resultado de un cotejo criminalístico de cualquier naturaleza, no puede hallarse si no se contemplan, al menos, dos hipótesis explicativas del hallazgo que sean alternativas. Simplificando, podemos ejemplificar esto diciendo que la fuerza probatoria de un “match” entre perfiles de ADN no es posible hallarla si no contemplamos la posibilidad de observar ese “match” considerando que el sospechoso sea la fuente del perfil hallado en la muestra dubitada frente a que otra persona diferente al sospechoso – de la misma población de referencia - lo sea. Dejemos para más adelante qué es eso de la población de referencia.

4.3 Profundizando en el significado de la probabilidad

El término probabilidad en las ciencias forenses tiene dos significados principales (Lucy, 2005, página 4):

- a) Probabilidad aleatoria o deductiva: cuando para medir la incertidumbre de un suceso aplicamos un razonamiento deductivo. Como ejemplo paradigmático, podemos citar el lanzamiento de dados y monedas, supuestamente equilibrados. En estos casos cabe deducir resultados partiendo del conocimiento que se tiene del funcionamiento ideal de esos objetos. La aleatoriedad está relacionada con la impredecibilidad de los resultados posibles.
- b) Probabilidad epistémica o inductiva: cuando para medir la incertidumbre de un suceso aplicamos un razonamiento inductivo. Como ejemplos paradigmáticos podemos citar los muestreos aleatorios (partiendo de datos extraídos de unidades escogidas de forma aleatoria, de acuerdo a criterios de muestreo estadístico, inducimos las propiedades del conjunto), el cálculo de probabilidades de sucesos no repetibles (por ejemplo, que un determinado sospechoso sea el autor de un determinado crimen atendiendo a la información disponible sobre el presunto autor previa a la comisión del delito) o los estudios probabilísticos de fenómenos a partir de observaciones sistemáticas (por ejemplo, la probabilidad de que pudiera llover un determinado día en una ciudad partiendo de los registros de lluvia disponibles en la Agencia Estatal de Meteorología). Lo epistémico está relacionado con el conocimiento de partida en los distintos casos que nos permite hacer la inducción.

El estudio de las frecuencias alélicas⁵⁶ de los marcadores de ADN en una población es netamente inductivo. Sin embargo, la atribución de una frecuencia alélica a una determinada persona perteneciente a una población de referencia⁵⁷ exige un razonamiento de naturaleza deductiva.

Resulta muy relevante ser conscientes de que en el cálculo de probabilidades epistémicas o inductivas es preciso asumir el principio de uniformidad que puede enunciarse diciendo que se asume que los procesos que se observan en el presente, sucedieron en el pasado y sucederán en el futuro con similares características. Sin este principio no serían posibles las ciencias basadas en la observación. Sería imposible realizar inferencias o estimaciones a partir de los datos observados.

En el cálculo de la probabilidad de coincidencia aleatoria entre un perfil de ADN hallado en una muestra dubitada y el de una persona distinta al sospechoso y seleccionada al azar en una población de referencia acorde con el caso, se realiza un razonamiento probabilístico deductivo partiendo de las frecuencias alélicas de cada uno de los marcadores comparados.

Podemos utilizar, para cada frecuencia alélica - igualmente podría aplicarse a un perfil completo -, el denominado "silogismo estadístico" que, siguiendo a los autores de la obra titulada *Bayesian Networks and Probabilistic Inference in Forensic Science* (Taroni et al., 2006, primera edición, página 21) puede enunciarse así:

⁵⁶ Un marcador de ADN se compone de un par de alelos. Los alelos están relacionados con los progenitores, uno pertenece al padre y el otro a la madre. Los alelos, transmitidos por generación y de acuerdo a las leyes de la herencia, tienen una frecuencia de aparición en la población de referencia. Esas frecuencias se calculan partiendo de la información extraída de las bases de datos de marcadores de ADN de una determinada población de referencia como puede ser la de seres humanos de la raza caucásica. Las bases de datos son públicas y los cálculos frecuenciales pueden compararse entre bases de datos de características análogas, por lo que puede llegarse a un consenso sobre sus valores en la comunidad científica.

⁵⁷ Las poblaciones de referencia son aquellas que se caracterizan por marcadores y frecuencias alélicas específicas, fruto de alguna característica fenotípica que las define. El fenotipo es el término técnico que utilizan los biólogos para referirse a características externas de los individuos perceptibles con nuestros sentidos.

1. La frecuencia relativa del alelo Q en la población R es γ .
2. a_i es el autor del crimen y un individuo de la población R ($i = 1, 2, \dots, n$), de n individuos.
3. No se conoce de a_i nada más que sea relevante – además de pertenecer a la población R - con respecto a la posibilidad de que tenga el alelo Q.
4. La probabilidad de que el autor del crimen a_i tenga el alelo Q es γ .

El ejemplo sigue el esquema de un silogismo aristotélico simple o categórico a pesar de que su enunciado no facilita esa percepción. Recordemos que, en un silogismo de este tipo, el antecedente relaciona dos términos – uno denominado *mayor* y otro *menor* - con un tercero – denominado *medio* -, y se deduce, necesariamente, una conclusión que une o separa los dos primeros términos:

Las proposiciones 1, 2 y 4 enumeradas más arriba tienen el esquema clásico mínimo de un juicio: sujeto, verbo ser y predicado nominal. La proposición 3 no parece tener ese esquema pero puede enunciarse de esta otra forma para que advirtamos más fácilmente que también lo sigue:

3. Cualquier otra razón relevante que pueda explicar que a_i tenga el alelo Q – además del hecho de pertenecer a la población R – es desconocida.

El antecedente del silogismo está conformado por el término menor "*la probabilidad de que a_i , autor del crimen y perteneciente a la población R, tenga el alelo Q*", el término medio "*la frecuencia relativa del alelo Q en la población R*", y el término mayor " γ ".

Recordemos, igualmente, que el término medio es el que permite realizar la inferencia y el término mayor es el que tiene un carácter más universal. La premisa mayor incluye el término mayor y la premisa menor el término menor.

Por tanto, en forma estrictamente clásica se enunciaría la argumentación de esta otra manera (omitiendo, de momento, la proposición 3):

Premisa menor: La probabilidad de que a_i , autor del crimen y perteneciente a la población R, tenga el alelo Q es la frecuencia relativa del alelo Q en la población R.

Premisa mayor: La frecuencia relativa del alelo Q en la población R es γ .

Conclusión: La probabilidad de que a_i , autor del crimen y perteneciente a la población R, tenga el alelo Q es γ .

La referida proposición 3, ahora omitida, está implícita en la premisa menor y hace depender la veracidad de esa premisa de un estado de conocimiento personal. Esta premisa no puede considerarse cierta por sí misma. Por tanto, el silogismo no concluye: la conclusión no se deriva necesariamente de las premisas.

Lo que acaba de referirse es aplicable a cualquier propiedad observable de la que pueda obtenerse una frecuencia relativa de aparición en la naturaleza o en la realidad fruto de la actividad humana. Por tanto, lo descrito es extensible a cualquier otra clase de cotejos criminalísticos como los de huellas dactilares, cristales, fibras, pinturas, voces, etc.

Durante el siglo XX se ha abordado esta problemática en profundidad y se ha dado una respuesta satisfactoria a este problema dentro del bayesianismo subjetivo. El denominado silogismo estadístico bayesiano solventa la dificultad apuntada consiguiendo que el silogismo sea realmente deductivo.

Esta escuela estadística lo ha resuelto gracias a su concepto de probabilidad subjetiva que puede enunciarse diciendo que se trata del *grado de creencia que tiene un sujeto sobre la ocurrencia de un suceso*⁵⁸. En el presente caso, la proposición 3 se enunciaría de esta manera:

3. Para mí, la probabilidad de que cualquier individuo de la población R tenga el alelo Q es la misma (esta condición recibe el nombre de intercambiabilidad⁵⁹).

Puede demostrarse que con este concepto de probabilidad (probabilidad subjetiva propia de la escuela estadística bayesiana) se logra que el silogismo estadístico concluya. El razonamiento se fundamenta en el conocido concepto de esperanza matemática (consúltese Anexo I para su desarrollo matemático).

A continuación, se inserta la traducción de una parte de la obra titulada *“Introducción a la Estadística para Expertos Forenses”* (Lucy, 2005, páginas 5-6) que ayuda a esclarecer, aún más, las diferencias entre probabilidades aleatorias o deductivas y las epistémicas o inductivas (traducción de los autores):

“Hasta qué punto las probabilidades de sistemas deducidos o inducidos son iguales es algo abierto a debate. La probabilidad deducida no puede aplicarse más que a un sistema nocional. Un dado puede ser calificado como equilibrado, pero un dado real siempre tendrá pequeñas imperfecciones y defectos que no lo harán perfectamente equilibrado. En alguna medida, la posición aleatoria es artificial y tautológica. Cuando definimos qué es un dado, conocemos las propiedades del dado en sentido absoluto. No es posible tener esa clase de conocimiento en un sistema real observable. Simplemente, utilizamos la noción como un entorno de trabajo adecuado para desarrollar el cálculo de probabilidades, el cual, cada vez que se utiliza se aplica sobre sistemas probabilísticos fundamentalmente epistémicos. Asimismo, debido a que las inferencias hechas sobre la población están basadas en la observación de unos pocos miembros de esas poblaciones, como parte de esa inferencia es inevitable que se deduzca algún grado de incertidumbre aleatoria.

Como todas las probabilidades reales son inducidas por observación y son, esencialmente, frecuencias, ¿eso significa que las probabilidades sólo pueden consistir en afirmaciones sobre las proporciones relativas de las observaciones en la población? Y, si eso es así, ¿tiene sentido hablar de probabilidad respecto a un suceso único del que tengamos especial interés?

La idea de frecuencia en un resultado de un suceso único es ridícula, pues el resultado de interés ocurre o no ocurre. Como resultado de la tirada de un dado de seis lados no podemos obtener un resultado igual a 1/6 con la cara del seis boca arriba; o bien está la cara del seis boca arriba o no lo está. No existe un estado físico que se corresponda con la probabilidad de 1/6 para un suceso único. Si uno lanza un dado de seis lados 12 veces, entonces el estado físico correspondiente a la probabilidad de 1/6 se correspondería con la observación de dos veces la cara del seis boca arriba. Pero no puede haber ningún suceso físico singular que se corresponda con la probabilidad de 1/6.

⁵⁸ Se enuncia el concepto de probabilidad subjetiva con la terminología epistemológica imperante en la literatura científica especializada. Sin embargo, como se intentará demostrar más adelante, la epistemología de la filosofía analítica que se vislumbra en el concepto de “creencia” y en su “gradualidad” utilizado en la definición, no es requisito *sine qua non* para aceptar un concepto de probabilidad subjetivo, es decir, dependiente del conocimiento, información y experiencia personales de quien emite un juicio de probabilidad sobre la ocurrencia de un suceso o la veracidad de un enunciado.

⁵⁹ Un conjunto de observaciones es intercambiable – para cada uno, de acuerdo a su personal información contextual - si la distribución conjunta es invariante bajo la permutación. Lo explicamos con un ejemplo: una secuencia de resultados del lanzamiento de una moneda estándar al aire, en la que sólo hay dos posibles resultados y donde asumimos que los lanzamientos se realizan en similares condiciones, se considera *intercambiable* cuando las probabilidades de los resultados no varían con el cambio de orden entre ellos en la secuencia.

La única forma en la que un suceso único puede cuantificarse mediante una probabilidad es concebirla como un producto de la mente, en resumen, manteniendo una interpretación idealista de la probabilidad. Esto es lo que los estadísticos llaman probabilidad subjetiva y se trata de una interpretación de la probabilidad que establece que la probabilidad es una función de, y sólo existe en, la mente del interesado en un determinado suceso. Ese es el motivo de por qué se le llama subjetiva, no porque sea, de alguna manera, infundada o inventada, sino porque descansa en una interpretación idealista de la probabilidad.

Una interpretación realista de la probabilidad es la que está relacionada con frecuencias y número de resultados en una larga repetición de sucesos, haciendo inferencias sobre las proporciones de los resultados en poblaciones más amplias⁶⁰. Una interpretación realista de la probabilidad no sería capaz de pronunciarse sobre el resultado de un suceso único, puesto que lo que puede afirmarse es una creencia⁶¹, que no puede existir en el mundo real y, por tanto, requiere alguna noción idealista de la probabilidad. Las posiciones realistas implican que hay algo en el mundo observado que causa incertidumbre, considerándose tal incertidumbre como una propiedad externa a la mente del observador⁶². Alguien quizá sostenga que esas probabilidades externas son propensiones del sistema en cuestión a comportarse de una específica forma. Desafortunadamente, la teoría propensiva de la probabilidad genera los mismos problemas que la concepción realista cuando se aplica a un suceso único porque una propensión no puede observarse directamente y sería un producto de la mente. En muchos aspectos, las interpretaciones realistas pueden ser más productivas para el científico como consecuencia de las demandas de hipotetizar o encontrar algún factor explicativo subyacente. Esto está en contraste con las posiciones idealistas donde encontrar las causas que expliquen la incertidumbre es deseable, pero no algo absolutamente necesario, pues la incertidumbre reside en la mente.

Esta distinción entre realistas e idealistas no es algo que se trate en las ciencias estadísticas y, ciertamente, esos términos no se utilizan. No hay estadísticos puramente realistas; todos los estadísticos desean realizar afirmaciones probabilísticas sobre sucesos únicos, por tanto, todos los estadísticos son, en algún grado, idealistas en su concepción de la probabilidad. Sin embargo, un debate en la ciencia estadística que refleja las posiciones “realista/idealista” es el existente entre frequentistas y bayesianos. Hay un teorema matemático sobre probabilidad denominado Teorema de Bayes y una escuela de estadísticos que se denomina bayesiana aparecida mucho después del enunciado del teorema. Las diferencias entre bayesianos y frequentistas no son matemáticas, el Teorema de Bayes es un teorema matemático y, de acuerdo con los principios de la teoría de la probabilidad, el Teorema de Bayes es correcto. Las diferencias entre ellos se encuentran en las distintas interpretaciones que tienen sobre la naturaleza de la probabilidad. Los frequentistas tienden a argumentar en contra de las probabilidades subjetivas, y defienden las interpretaciones de la probabilidad basadas en las frecuencias obtenidas mediante repetición de experimentos. Los bayesianos están a favor de las nociones subjetivas de la probabilidad y piensan que todas las incógnitas que son inciertas pueden expresarse probabilísticamente.

Esto conduce a una bastante interesante posición para los expertos forenses. Por una parte, ellos realizan trabajo experimental en el laboratorio donde es posible obtener resultados repetitivos; por otra parte, han de interpretar datos como evidencia relacionados con sucesos únicos. Este último

⁶⁰ Esta interpretación denominada “realista” no se corresponde con la del realismo moderado sino con el modo en que los racionalistas han entendido la realidad.

⁶¹ El concepto de “creencia” tiene un significado en la filosofía analítica – predominante en la literatura científica sobre estadística forense - que se distingue netamente de ese concepto en el realismo moderado. En los capítulos 5 y 6 se aborda extensamente esa distinción.

⁶² Frecuentemente se asocia el determinismo científico – que sostiene que en la realidad sólo hay necesidad – con el realismo filosófico, pero eso es un error frecuentemente cometido por los anti-racionalistas. El realismo moderado no admite que haya incertidumbre fuera de la mente humana. Afirma que en la realidad hay necesidad y contingencia. Contingencia e incertidumbre no pueden confundirse: el primer concepto se relaciona con el mundo real extramental y el segundo con el orden mental al tratarse de un posible efecto psicológico tras la emisión de un juicio.

aspecto del trabajo del experto forense es, explícitamente, idealista, porque los sucesos relacionados con hechos criminales ocurren sólo una vez y sólo una, y requieren una interpretación subjetiva de la probabilidad para interpretar las probabilidades como grados de creencia. La faceta experimental de la ciencia forense puede acomodarse fácilmente a un punto de vista más realista de la probabilidad.

El punto de vista subjetivo de la probabilidad es uno de los que más fácilmente encaja entre las nociones de sentido común sobre la probabilidad, y el único que puede ser utilizado para cuantificar la incertidumbre sobre sucesos singulares. Existen algunos temores, entre los científicos, de que una probabilidad subjetiva es una probabilidad indemostrable, sin fundamento y sin apoyo empírico, y ciertamente, una probabilidad subjetiva podría ser todo eso. Pero la mayoría de las probabilidades subjetivas están basadas en frecuencias observadas empíricamente, y no son, como el término subjetivo quizá implique, algo sacado de la manga o inventado.

Hay un punto de vista sobre la naturaleza de la probabilidad que puede dejar a un lado muchos de los problemas y debates sobre el significado del término probabilidad. Se trata de la posición instrumentalista (Hacking, 1965) en la que simplemente no nos importa la interpretación exacta que demos a la probabilidad, sino que simplemente la vemos como un instrumento intelectual conveniente para elaborar cálculos sobre incertidumbre. La posición instrumentalista implica una cierta concepción idealista de fondo, en la que la probabilidad es un producto de la mente y no un componente fundamental del mundo material.”

Este largo párrafo de David Lucy, recientemente fallecido, profesor de la Universidad de Lancaster (Reino Unido) y colaborador habitual de C.G.G. Aitken, profesor de la Universidad de Edimburgo (Reino Unido) en tareas de investigación y docencia relacionadas con la estadística forense durante años, ofrece claves interpretativas suficientemente agudas como para entrever detrás de esas palabras un problema interpretativo en la noción de probabilidad que trasciende las matemáticas.

La probabilidad de la ocurrencia de un suceso condicionado a la previa y efectiva ocurrencia de otro es algo que nos planteamos los seres humanos de manera bastante común. Por ejemplo, cuando nos preguntamos si subirá hoy la tasa de polen si observamos un día soleado o, en un caso análogo, si subirá esa tasa si observamos un día lluvioso. Lo que observamos es el estado de la climatología y consideramos como proposiciones de las que nos interesa hallar la probabilidad la subida o no de la tasa de polen.

Las verosimilitudes de los LR utilizados en las ciencias experimentales consideran a las proposiciones de las que se predicen como algo ya sucedido o asumido como sucedido, algo de lo que se conoce su ocurrencia con certeza o se asume como tal, y a lo observado – expresable también como una proposición - como aquello de lo que quiere conocerse la probabilidad de su ocurrencia. Se predicen de proposiciones pero al añadirles, por ejemplo, “dado lo observado” o “condicionado a lo observado”, se está haciendo referencia a que se trata de probabilidades condicionales. Se desea conocer la probabilidad de lo observado condicionado a la ocurrencia de cada una de las proposiciones.

Siguiendo el ejemplo atmosférico, si empleamos el término verosimilitud de forma análoga a como se emplea con los LR de ADN puede afirmarse lo siguiente: preguntarse por la verosimilitud de que suba la tasa de polen si observamos un día soleado es decir exactamente lo mismo que preguntarse por la probabilidad de observar un día soleado si sube la tasa de polen.

Centrándonos de nuevo en el ejemplo del cotejo de perfiles de ADN, la verosimilitud de que *el perfil dubitado proceda del sospechoso dado que se ha verificado la coincidencia de los perfiles genéticos comparados*, es lo mismo que decir, traducido en términos de probabilidad condicional, lo siguiente: la probabilidad de que se verifique la coincidencia de los perfiles genéticos comparados dado que el perfil dubitado proceda del sospechoso.

La probabilidad de que *el perfil dubitado proceda del sospechoso dado que se ha verificado la coincidencia de los perfiles genéticos comparados* no es la misma probabilidad condicional que la probabilidad de que *se verifique la coincidencia de los perfiles genéticos comparados dado que el perfil dubitado proceda del sospechoso*. Hay que fijarse, detenidamente, en el orden en que están escritas las proposiciones. Se puede apreciar, sin especial dificultad, que están invertidas de orden en las frases que comparamos.

No es difícil demostrar, matemáticamente, que esas probabilidades, con el orden de las proposiciones o, si se prefiere, de los sucesos cambiados entre sí, no son iguales, ordinariamente. Utilizando terminología matemática: $P(A | B) \neq P(B | A)$, generalmente, siendo A y B dos sucesos cualesquiera, P significando probabilidad, la barra vertical significando que un suceso está condicionado por el otro, y el signo igual tachado indicando que la expresión de la izquierda del signo no es igual a la de la derecha.

¿Qué credibilidad merece la proposición “*el perfil dubitado procede del sospechoso*” dadas las coincidencias encontradas en los marcadores genéticos comparados? Realmente eso es justamente lo que al Tribunal o Jurado les interesa como resultado de la práctica de la pericial de ADN: ¿qué debe creer el Tribunal o Jurado sobre la veracidad o falsedad de la proposición formulada – en este caso por la acusación - una vez proporcionado por el perito el resultado de su informe pericial?

La frase mencionada en el anterior párrafo no tiene la misma estructura lógica que las empleadas en una relación de verosimilitudes. Aunque se parezca mucho y tenga una estructura de probabilidad condicional – en eso coincide con las verosimilitudes matemáticamente formuladas -, los sucesos de la probabilidad condicional que en este ejemplo se contemplan están cambiados de orden: se pretende calcular la probabilidad de cada proposición condicionada a lo observado, no la probabilidad de lo observado condicionado a cada proposición. Lo que se considera cierto es lo observado, no las proposiciones.

Cuando se confunde la verosimilitud tal y como se emplea en los LR con la probabilidad condicional de una proposición condicionada a lo observado se comete la denominada *falacia de transposición del condicional*.

El procedimiento de la prueba de los hechos consiste en *verificar enunciados sobre hechos*. Esos enunciados coinciden con lo que hemos denominado proposiciones y la verificación consiste en comprobar su veracidad o falsedad. Sin embargo, la verificación de una proposición depende del tipo de razonamiento subyacente necesario: deductivo o inductivo. En el primer caso podremos llegar a la certeza a través de las reglas de la lógica ya enunciadas por Aristóteles en el siglo IV a.C., en el segundo caso será inevitable contar siempre con un cierto grado de incertidumbre.

La comprensión de la naturaleza epistemológica de los razonamientos deductivo e inductivo resulta clave para entender a qué tipo de certezas pueden llegar los científicos cuando practican las diversas ciencias. Con las denominadas ciencias exactas se logran certezas que se denominan metafísicas. Con las experimentales, tan sólo es posible lograr certezas físicas. Las primeras permiten formular conclusiones categóricas, las segundas sólo conclusiones probabilísticas. Este es el marco lógico de referencia básico en el que las conclusiones de los informes periciales han de insertarse: salirse de él es abandonar el marco de la racionalidad y sumergirse en el de una intuición que no suele ser buena consejera para calcular probabilidades correctamente.

4.4 Origen histórico del LR

Durante el siglo XX los epistemólogos lograron discernir y formular axiomáticamente en qué consiste valorar unos datos como prueba - en lo que sigue, se utiliza información extraída de la obra de (Royall, 1997) -. Las distintas escuelas epistemológicas predominantes sostuvieron un enriquecedor debate que acabó sacando a la luz la denominada *ley de verosimilitud* (Hacking, 1965).

Las escuelas estadísticas vinculadas a la teoría de Neyman-Pearson, formulada en 1933, desarrollaron un concepto de valoración de los datos como prueba vinculado a una sola proposición. Trataban de ver hasta qué punto los resultados obtenidos eran compatibles con ella. Se propusieron principalmente dos leyes: la del cambio de probabilidad y la de la improbabilidad (consúltese el Anexo II si se quieren conocer más en profundidad). La segunda, ampliamente utilizada en la ciencia experimental por las propiedades de los *p-valores* y tests de rechazo de la teoría de Fisher, fue predominante durante el siglo XX.

Ian Hacking formuló su *ley de verosimilitud* vinculando la valoración de los datos como prueba a un par de hipótesis mutuamente excluyentes.

La diferencia descrita - valorar los datos como prueba respecto a una sola hipótesis o respecto a dos hipótesis mutuamente excluyentes - es la esencia del cambio de paradigma que la ciencia estadística experimentó a lo largo del siglo XX en esta materia y que se ha consolidado en el siglo actual.

De una manera informal, la ley de cambio de probabilidad puede resumirse diciendo que la forma de valorar los datos como prueba consiste en comparar la probabilidad de la veracidad de una proposición - una vez obtenidos los datos - con la probabilidad de la veracidad de esa misma proposición antes de obtenerlos. A medida que la primera probabilidad crece, mayor valor de prueba tienen los datos.

Igualmente, la ley de improbabilidad puede resumirse diciendo que la forma de valorar los datos como prueba consiste en averiguar en qué medida es posible obtener esos datos e, incluso, más extremos, si la proposición es cierta. A medida que sean menos probables, mayor valor de prueba tienen esos datos para rechazar la proposición.

A pesar de la aparente razonabilidad de las dos leyes expuestas, puede demostrarse matemáticamente que la ley de cambio de probabilidad es *subjetiva* y que la ley de improbabilidad es errónea. La subjetividad de la primera se refiere a la necesidad de contar con otras proposiciones y con las denominadas probabilidades a priori (antes de obtener los datos) de esas proposiciones para poder valorar los datos como prueba. La falsedad de la segunda estriba en que es dependiente del espacio muestral, es decir, de los datos observados disponibles, puesto que el valor de tales datos como prueba cambia en función de los datos de los que se disponga en cada caso siguiendo esta ley.

La *ley de verosimilitud* supera las dificultades apuntadas en las leyes anteriores: no depende de probabilidades a priori de proposiciones ni del espacio muestral disponible, pero necesita dos proposiciones mutuamente excluyentes para que los datos puedan ser evaluados como prueba. La valoración de los datos como prueba es, por tanto, esencialmente relativa conforme a esta ley.

La *ley de verosimilitud* permite formular el *principio de verosimilitud* que consiste en afirmar que una serie de datos tienen el mismo valor de prueba si sus relaciones de verosimilitudes (LRs) se igualan, es decir, aunque los datos observados sean distintos entre sí y las parejas de proposiciones estén relacionadas con realidades totalmente diversas, si sus LRs son numéricamente iguales tienen el mismo valor de prueba.

No es infrecuente que en la traducción de textos de literatura anglosajona especializada se emplee la expresión “fuerza de la evidencia” en lugar de “valor de los datos como prueba” o “interpretar los datos como evidencia” en lugar de “interpretar los datos como prueba”. El término *evidence* en inglés recoge los significados de los términos prueba y evidencia en español.

La *ley de verosimilitud* la formuló Hacking utilizando categorías matemáticas. Informalmente puede enunciarse diciendo que consiste en sostener que los datos se interpretan como prueba correctamente desde la ciencia de la lógica si obtenemos la relación (transformada matemáticamente como una división aritmética) entre la probabilidad de observar esos datos si fuera cierta una de las proposiciones con la probabilidad de observar esos mismos datos si fuera cierta la proposición alternativa. La valoración de los datos como prueba – como ya se ha subrayado - es así esencialmente relativa. No cabe valorarlos bajo una sola proposición, como lo hacían las otras leyes.

En situaciones determinísticas se cumple que si la proposición A implica que, bajo ciertas condiciones, se observará x; y la proposición B implica que, bajo idénticas condiciones, se observará algo distinto a x, si esas condiciones se dan de hecho y se observa x, esa observación es evidencia a favor de A sobre B. Veamos el siguiente ejemplo:

Proposición A: el sospechoso es la fuente del perfil de ADN hallado en la muestra dubitada recogida en la escena del crimen.

Proposición B: otra persona distinta al sospechoso, procedente de una población de referencia acorde con el caso y no relacionado biológicamente con él, es la fuente del perfil de ADN hallado en la muestra dubitada recogida en la escena del crimen.

Observación x: coincidencia plena entre los marcadores comparados de los perfiles de ADN procedentes de una muestra dubitada, recogida en la escena del crimen, y una muestra indubitada obtenida del sospechoso u otra persona distinta al sospechoso y no relacionado biológicamente con él, procedente de una población de referencia acorde con el caso. Esa coincidencia plena suele expresarse en la literatura científica especializada mediante la palabra inglesa *match*.

Los expertos en ADN consideran que la probabilidad de observar una coincidencia plena entre los marcadores comparados de los perfiles de ADN procedentes de una muestra dubitada recogida en la escena del crimen y otra del sospechoso, si éste hubiera sido el autor del crimen, es igual a uno (generalmente, porque puede haber excepciones como la existencia de una mutación que implicase alguna discrepancia o una sospecha de posible pérdida de alelos). Consecuentemente, la probabilidad de observar una coincidencia no plena bajo esas mismas condiciones de generalidad es igual a cero. Esta argumentación es la que se presenta en una situación determinística en la que los valores probabilísticos extremos se justifican por la fiabilidad de la tecnología disponible si se superan ciertos requisitos mínimos perfectamente definidos y por la capacidad de los expertos para describir acertadamente los perfiles en esas condiciones.

Si al aplicar la *ley de verosimilitud*, el numerador de la relación de verosimilitudes fuera igual a uno y el denominador igual a cero, tendríamos un ejemplo de situación determinística en el marco de esa ley. Cuando se realiza un análisis comparativo con un patrón perfectamente definido, por ejemplo, si se quiere determinar si una sustancia recogida en una inspección ocular de un posible delito de incendio es una gasolina, cuando se ha verificado un *match* con el patrón, la verosimilitud de que no sea gasolina lo observado mediante las técnicas cromatográficas puede considerarse nula siguiendo los protocolos estandarizados. La observación del *match* es evidencia a favor de la proposición de que se trata de gasolina frente a que no lo sea.

En el ejemplo de la prueba de ADN es fácil percibir que la relación de verosimilitudes de la ley enunciada proporciona una extensión de la forma de razonar determinística. La extensión consiste en decir que si la coincidencia observada entre los marcadores (*match*) es más probable si la proposición A de que el perfil de la muestra dubitada procede del sospechoso se considera cierta frente a que lo sea la proposición alternativa B, la ocurrencia de esa coincidencia constituye evidencia a favor de la proposición A sobre B. La fuerza de la evidencia está determinada por la medida de observar con mayor probabilidad la coincidencia bajo la proposición A que bajo la proposición B.

La proposición que asigna mayor probabilidad a la observación (coincidencia) es la que realiza mejor el trabajo predictivo, por tanto, resulta más apoyada por la observación. Si, por ejemplo, la relación de verosimilitudes es muy grande, la proposición A realiza un trabajo predictivo mucho mejor que B en cuanto a la ocurrencia de la observación x, por lo que la ocurrencia de esa observación constituye una muy fuerte evidencia a favor de A frente a B.

A pesar de lo descrito sobre la búsqueda histórica llevada a cabo por la humanidad de una ley que permita valorar los datos como prueba, la dificultad de su aplicación en las ciencias forenses ajenas al ADN - verificable aún en nuestros días en todo el mundo - se debe a factores claramente extracientíficos.

La dactiloscopia tiene mucho que ver con esas dificultades prácticas debido a que durante el siglo XX fue la prueba científica reina en un procedimiento penal en cualquier parte del mundo. A pesar de los avances experimentados en el desarrollo y extensión de tecnologías biométricas relacionadas con huellas dactilares y palmares en el siglo XX, no sucedió lo mismo en el aspecto interpretativo, en la valoración de los cotejos verificados como prueba.

Bajo la creencia generalizada de la capacidad de los expertos en dactiloscopia de identificar a una persona mediante el uso de cotejos dactiloscópicos y ante la abrumadora experiencia de la capacidad identificativa de las huellas dactilares y palmares entre quienes han practicado esa disciplina forense a lo largo del tiempo en todas partes, el papel de un experto en criminalística identificativa en un juicio ha sido entendido como quien presta auxilio a un Tribunal o Jurado proporcionando conclusiones sobre lo que compara en forma categórica (si / no) o en forma inconclusa ante dificultades insoslayables a juicio del perito.

Decíamos que los factores aducidos son extracientíficos porque lo descrito son intuiciones o creencias generalizadas no fundamentadas en la metodología científica.

Los perfiles de ADN o los patrones de huellas dactilares tienen un evidente poder discriminador cuando se utilizan para distinguir individuos. Cada uno de los seres humanos es un individuo singular y posee sus propiedades de esa naturaleza específicas, pero la capacidad de distinguirlos mediante procedimientos experimentales tiene el límite que marca la metodología científica. Si no se respeta la metodología científica se pasa al dominio de la fe humana. Por eso algunos científicos han puesto de relieve la tendencia del ser humano a considerar como conocimiento cierto de alguna parte de la realidad estudiada mediante las ciencias experimentales lo que sólo puede llegar a ser conocimiento probable, por la propia limitación del método de conocimiento empleado, y han calificado esa tendencia como *un salto de fe*.

La creencia de que el perito, con su técnica y metodología, puede llegar a identificar a una persona u objeto a partir de vestigios es una creencia generalizada, incluso en ámbitos profesionales. Por eso el LR supone un cambio de mentalidad que produce intuitivamente rechazo, con un nivel de oposición proporcional al grado de convicción sobre la creencia apuntada. Sin embargo, en el campo científico del ADN, la medida del valor probatorio de los cotejos mediante el LR fue defendida por los investigadores sin especiales problemas desde la aparición de la técnica, si bien la variedad de

situaciones que se presentan en la realidad ha conllevado fuertes discusiones científicas sobre la forma correcta de calcularlos en cada caso.

4.5 Las preguntas correctas

Una forma pedagógicamente brillante de entender mejor el LR es situarlo en el contexto de la valoración de la prueba de los hechos que realiza un Tribunal antes de dictar sentencia. Hay autores que han propuesto las preguntas que formulamos en este apartado como inspiradoras de lo que deben hacer los peritos, por una parte, y los miembros de un Tribunal, por otra, en el proceso mental que conduce a la declaración de hechos probados en una sentencia (Royall, 1997; Gascón et al., 2010b).

Partimos de la base de que ha habido una investigación judicial sobre la supuesta comisión de un crimen y se dispone de vestigios que pueden ser valorados como prueba. Un perito ha realizado un informe pericial sobre uno de los vestigios y como conclusión aporta un resultado de forma concluyente.

Supongamos que el informe versa sobre un cotejo entre una huella dactilar trasplantada desde la escena del crimen a un soporte que permite su examen (dubitada) y una huella dactilar rodada obtenida por la policía tras la detención del sospechoso (indubitada). El resultado de la comparación realizada por el perito se traduce en la coincidencia de doce puntos característicos del mismo tipo y localizados en los mismos lugares en ambas huellas. La conclusión del informe pericial es que la huella dubitada pertenece al sospechoso.

¿Qué debe creer el Tribunal sobre la autoría de la huella dubitada una vez que el perito refleja en su informe que la ha identificado plenamente? La mayoría de los preguntados dirían, con absoluta convicción, de que la cuestión es una obviedad, de que el sospechoso es el autor de la huella encontrada en la escena del crimen tras el resultado alcanzado en el informe.

Lo que acaba de ejemplificarse es un ejemplo arquetípico de falacia de transposición del condicional en el ámbito de la valoración de una prueba científica por parte de un Tribunal. La pregunta está bien formulada desde el punto de vista de la lógica que el Tribunal tiene que aplicar para valorar una prueba pericial. Tiene que valorar la prueba después de conocer el resultado del informe pericial. Sin embargo, el perito ha proporcionado una información que no se corresponde con su rol. La autoría de la huella es una decisión que corresponde al Tribunal a la luz de la información técnica que el perito aporta y cualquier otra información, incluyendo otras pruebas científicas, que proporcionan al Tribunal elementos de juicio a priori sobre la relación de la huella dubitada con el sospechoso. Esta argumentación podría calificarse de contraintuitiva pero está fundamentada en el Teorema de Bayes, uno de los más importantes de la teoría de la probabilidad.

Veamos cómo puede entenderse lo que acaba de decirse, para tantos quizá sorprendente. Si el sospechoso (por ejemplo, un varón) tuvo relación frecuente con la víctima (por ejemplo, una mujer) en el pasado no sería extraño que en el domicilio de la víctima pudieran encontrarse sus huellas. Sin embargo, imaginemos que la huella dubitada se recoge del cuchillo clavado en la espalda de la víctima – que yace en el dormitorio de su vivienda - y que se trata de una huella parcial de la que sólo es posible observar claramente siete puntos característicos.

Mientras que un perito de ADN tiene en cuenta la probabilidad de que otra persona, distinta al sospechoso, pudiera tener el mismo perfil genético que el hallado en una muestra dubitada y coincidente con el del sospechoso al valorar científicamente su cotejo, un experto en huellas dactilares no tiene en cuenta esta posibilidad porque la considera nula (de hecho). El primero valora la prueba mediante un LR, que permite una valoración equilibrada entre las proposiciones que plantean las partes en el proceso, el segundo la valora bajo el exclusivo punto de vista de la

acusación. El primero valora la probabilidad del cotejo observado condicionado a las proposiciones alternativas existentes, el segundo la probabilidad de la proposición de la acusación condicionada al resultado del cotejo.

La coincidencia entre las características comparadas entre las huellas dubitada e indubitada puede encontrarse bajo dos hipótesis alternativas: que las huellas procedan del sospechoso o que procedan de personas distintas produciendo esa misma coincidencia. Esta proposición alternativa sí se considera en el cotejo de ADN mediante el LR.

¿Por qué en el cotejo de ADN se tienen en cuenta dos proposiciones alternativas entre sí y en los cotejos de huellas dactilares no?

Propiedades semejantes entre las técnicas de cotejo comparadas:

- Los perfiles genéticos y las huellas dactilares presentan características individuales normalmente invariables con el tiempo.
- Las técnicas que permiten examinarlas son robustas y pueden aplicarse sobre las mismas muestras, normalmente, más de una vez por otros expertos.
- Los expertos tienen una preparación específica y los métodos de comparación están bien descritos.
- En ambas técnicas es posible realizar comparaciones con mayor o menor información identificativa. En el ámbito forense no es infrecuente que la información disponible sea parcial como consecuencia del estado del vestigio examinado.

Diferencias entre los cotejos descritos:

- Valoración estadística de la coincidencia observada: en ADN sí, en cotejos dactiloscópicos no.

Mientras que en el ámbito de las propiedades individualizadoras de los perfiles de ADN se han realizado, durante décadas, profundos estudios de naturaleza estadística para hallar las frecuencias relativas de aparición de los alelos de cada uno de los marcadores de un perfil, así como para la comprobación de la independencia probabilística entre los alelos, no ha sido así en el ámbito de la dactiloscopia (existen algunos estudios de indudable mérito pero el estado de la investigación en esta materia sigue muy lejos de lo que podría conseguirse con la tecnología y bases de datos disponibles en la actualidad).

Decimos que no es meramente una cuestión de disponer de tecnología y grandes bases de datos para la efectiva realización de los necesarios estudios estadísticos. Desde la aparición hace dos décadas de los sistemas AFIS, en los países que cuentan con esos sistemas existe tanta posibilidad de realizar estudios de frecuencias de puntos característicos y sus propiedades probabilísticas como los realizados en el ámbito del ADN en su momento.

La comunidad científica internacional ha subrayado en las dos últimas décadas una falta clara de rigor científico de los cotejos dactiloscópicos por esta razón. Sólo en los últimos diez años están publicándose estudios de naturaleza estadística en el ámbito de la dactiloscopia que permitirán evaluar las pruebas dactiloscópicas con el mismo rigor científico que con los cotejos de perfiles de ADN desde hace dos décadas.

En definitiva, la respuesta a la pregunta formulada es que mientras en el ámbito científico del ADN sus primeros investigadores vieron la importancia de realizar una valoración del resultado de un cotejo de perfiles de ADN bajo una estructura de razonamiento lógico robusta, y por eso acabaron eligiendo el LR, los dactiloscopistas pensaron siempre que ya disponían de ella. Sólo a raíz de la

progresiva extensión de esa nueva estructura de razonamiento lógico en otros ámbitos de la ciencia forense, se suscitó en la comunidad científica relacionada con la dactiloscopia la preocupación por preguntarse si estaban valorando acertadamente sus cotejos.

Hoy día no existe foro científico forense serio en el mundo que no sea consciente de que está cuestionada la forma en que clásicamente se ha valorado el cotejo dactiloscópico y que se están realizando esfuerzos muy notables para asemejar la valoración de esa prueba a como se realiza en el ámbito del ADN, es decir, mediante LR. Donde sigue habiendo una protección a ultranza de los postulados clásicos y una cerrazón al cambio de paradigma casi patológica es dentro de los cuerpos policiales, en los que abundan muchos que han estudiado dactiloscopia como en las primeras décadas del pasado siglo, no han logrado pasar de ahí y no quieren ni oír hablar de cambio alguno.

Por tanto, ¿qué debe creer el Tribunal sobre la autoría de la huella dubitada una vez que el perito refleja en su informe el valor de la prueba mediante un LR? El Teorema de Bayes ayuda a combinar la información disponible al Tribunal sobre la cuestión antes de conocer el resultado del informe con la valoración en forma de LR aportada por el perito, así como a calcular las probabilidades de cada una de las proposiciones a la luz del resultado del informe pericial. Son estas últimas probabilidades condicionales las que tienen directamente que ver con la pregunta formulada.

El perito tiene, pues, que plantearse la siguiente pregunta: ¿qué nos dice lo observado como prueba a favor de una proposición frente a la otra? La clave está en hallar la probabilidad de lo observado condicionada a cada una de las proposiciones y relacionar las probabilidades condicionales entre sí mediante su división aritmética: eso es el LR. Al perito le está vetado proporcionar conclusiones fuera de ese contexto porque puede demostrarse que atentaría contra las reglas de la lógica.

Y al Tribunal también le competen preguntas como la siguiente: ¿qué debe hacerse una vez que se dispone de toda la información necesaria para conocer en qué medida una huella dubitada procede de un sospechoso? La teoría de la decisión aplicable por un Tribunal en una declaración de hechos probados en una sentencia tiene suficiente margen de maniobra como para adaptarse a cada caso según los criterios de justicia aplicables. Estamos en el ámbito de los denominados *estándares de prueba*.

En resumen, podemos enunciar tres preguntas clave:

- 1.- ¿Qué nos dice lo observado como prueba a favor de una proposición frente a la otra? (eso es el LR): la debe responder un perito en las conclusiones de su informe.
- 2.- ¿Qué debe creer el Tribunal sobre el origen de un vestigio una vez que el perito refleja en su informe el valor de la prueba mediante un LR?
- 3.- ¿Qué debe hacer un Tribunal una vez que dispone de toda la información necesaria para conocer en qué medida un vestigio procede de un sospechoso?

Las tres preguntas son acordes con el Teorema de Bayes en forma de apuestas. Eso quiere decir que existe un marco de referencia lógico robusto – se trata de un razonamiento deductivo que permite llegar a conclusiones ciertas - que sostiene la racionalidad de la propuesta.

Volvamos ahora al ejemplo del cotejo de la huella dactilar encontrada en la hoja del cuchillo clavado en la espalda de la víctima. Si cotejada la parte de la huella trasplantada con la huella correspondiente del sospechoso se encontrasen siete puntos característicos coincidentes -siguiendo la metodología de cotejos dactilares vigente en la actualidad en laboratorios oficiales -, el perito muy probablemente se decantaría a favor de que el informe se emitiera con el resultado de “inconcluso”.

Normalmente utilizaría otras huellas halladas en el lugar de los hechos para realizar un informe donde pudiera afirmar que se ha conseguido una identificación plena e, incluso, no sería extraño que la huella parcial no fuera expresamente mencionada en el informe como objeto de pericia al considerarla “no apta para cotejo”. Cualquier huella que pueda claramente relacionar al imputado con la acción criminal – algo que el Tribunal tendrá que verificar en todo caso – puede llegar a constituir prueba de cargo contra él, pero el descarte de huellas relevantes no parece justificado que quede a merced, exclusivamente, del criterio del perito.

El cotejo de la huella parcial con la del sospechoso es técnicamente viable y su valoración estadística podría realizarse, al menos, de forma subjetiva (que de ninguna forma quiere decir arbitraria). La vinculación de la huella parcial con el sospechoso y su relación con el crimen podría ser evaluada por el Tribunal si el perito informara de ambos extremos. Si al Tribunal se le proporciona un informe concluyente, desde el punto de vista identificativo, donde la huella trasplantada pudiera tener una explicación inocente, podría no sólo ser inútil para resolver la causa sino perjudicial por el sesgo que esa información pudiera producir en quien tiene la misión de valorarla y tomar una decisión sobre el origen de la huella en el contexto del caso.

4.6 Una primera aproximación al rendimiento de los sistemas de reconocimiento y valoración estadística de una prueba científica

La evaluación del rendimiento de un sistema biométrico necesita bases de datos perfectamente etiquetadas, es decir, cada dato utilizado en la prueba ha de estar plenamente identificado en cuanto a su origen. Si no fuera así, no podrían calcularse las tasas de error que clasificamos en dos grupos: falsos positivos y falsos negativos.

Las tasas de acierto y error calculables con bases de datos son datos que se consiguen mediante experimentación, es decir, son datos conseguidos con un control de la parte de la realidad estudiada que permita al investigador evaluar cómo de bueno es su sistema de reconocimiento con carácter general.

Sin embargo, cuando se realiza un informe pericial, el cotejo criminalístico que ha de llevarse a cabo es único y la evaluación de su resultado como prueba no es calculable experimentalmente como se ha mencionado en el párrafo anterior. En los anteriores apartados se ha dado ya suficiente información sobre cómo resolver este problema de acuerdo con la lógica aplicable.

A pesar de todo, no es infrecuente que se confunda la tasa de falsos positivos, experimentalmente calculada para un sistema de reconocimiento, con la probabilidad de que las muestras comparadas procedan de fuentes diferentes, si el cotejo ha sido positivo. O, si se prefiere, que se confunda la tasa de falsos negativos, experimentalmente calculada para un sistema de reconocimiento, con la probabilidad de que las muestras comparadas procedan de la misma fuente, si el cotejo ha sido negativo. Análogos razonamientos podrían realizarse respecto a las tasas de verdaderos positivos y negativos.

Las confusiones mencionadas son ejemplos clásicos de la falacia de transposición del condicional.

4.7 El Teorema de Bayes en forma de apuestas

En la cultura anglosajona está arraigada la costumbre de pensar haciendo apuestas. Por ejemplo, imaginemos un combate de boxeo donde hay dos púgiles, A y B, sobre el que se organizan apuestas. Podríamos apostar 2 a 1 a favor de A. Esto puede decirse, también, que *a priori* pensamos que el púgil A tiene el doble de posibilidades de ser el ganador que B. El apriorismo es algo que formulamos *antes* de que el combate empiece y no es una mera arbitrariedad porque está basado en conocimiento o información previos que bien pudiéramos utilizar.

Imaginemos que no podemos asistir al combate y que nos tenemos que conformar con la información que algún testigo presencial nos comunique por el móvil.

Una vez comenzado el combate recibimos un primer mensaje diciéndonos que el púgil B ha caído a la lona pero que se ha logrado recuperar tras unos segundos. Pasan pocos minutos más y recibimos un segundo mensaje en el mismo sentido, si bien la recuperación del púgil B ha sido algo más lenta que en la primera caída.

Está claro que la información recibida no sólo confirma nuestra apuesta *a priori* sino que nos inclina a reforzarla. Si cayera el púgil una tercera vez, podríamos realizar una apuesta a favor de que el púgil A será el ganador mucho más ambiciosa que la inicialmente realizada. Por ejemplo, podríamos apostar 5 a 1, si bien esta apuesta sería ya una apuesta *a posteriori* porque se nos ha transmitido información valiosa sobre la evolución del combate antes de que concluya.

Nuestro entorno cultural está más acostumbrado a pensar en términos de probabilidades que en términos de apuestas. Una apuesta puede transformarse en probabilidades y al revés. En nuestro ejemplo, apostar sobre dos opciones, A y B, es equivalente a relacionar dos probabilidades condicionales: que gane el púgil A teniendo en cuenta los méritos precedentes de carácter deportivo de los boxeadores frente a que gane el púgil B dada la misma información previa.

Si decimos que *a priori* hacemos una apuesta de 2 a 1 a favor del púgil A, decimos lo mismo que si afirmamos que el púgil A tiene una probabilidad del 66,66% de ser el ganador frente al 33,33% del púgil B (dejamos las cifras con dos decimales para simplificar el ejemplo porque, en realidad, los números tendrían infinitos decimales). La clave está en observar que la probabilidad de que gane A ha de ser doble de que gane B cuando apostamos 2 a 1 a favor de A. Con esos valores probabilísticos lo aseguramos: 66,66% es el doble que el 33,33%. Además, si sólo hay dos jugadores, A y B, no es posible ofrecer otras probabilidades que cumplan esa propiedad y que sumen entre sí el 100%.

Lo que acaba de ejemplificarse respeta el concepto de apuesta que se utiliza en el Teorema de Bayes en forma de apuestas.

Si actualizamos la apuesta después de recibir la información de los mensajes mencionados, decíamos que podíamos apostar 5 a 1 a favor de A. En ese caso, las probabilidades que podríamos emplear, cumpliendo todos los requisitos mencionados, serían el 83,33% y el 16,66%, que sumados con infinitos decimales llegarían al 100%. Esta apuesta sería una apuesta *a posteriori* respecto a la primera porque se ha actualizado con información recibida mediante mensajes sobre la evolución del combate. Obsérvese que si multiplicamos 16,66% con infinitos decimales por 5 obtenemos la cifra 83,33% con infinitos decimales. No existe otra combinación de números enteros decimales que teniendo entre ellos una proporción 5 a 1 en magnitud sumen 100.

Por otro lado, viene bien advertir aquí que, si se compara la apuesta *a posteriori* con la *a priori* mediante la división entre ambas, obtenemos $5/2 = 2.5$, cifra interesante porque nos informa sobre la influencia que las tres caídas a la lona por parte del púgil B ha tenido sobre la persona que realiza la apuesta. Así actúa el LR y, de hecho, esa magnitud es un LR.

La relación de verosimilitudes que hemos cifrado en 2.5 puede enunciarse, verbalmente, del siguiente modo: observar tres caídas consecutivas del púgil B respalda 2.5 veces más que sea cierta la proposición de que el púgil A ganará el combate que lo sea la alternativa, es decir, que B será el ganador. O también, que es 2.5 veces más probable observar que el púgil B caiga en la lona tres veces consecutivas si la proposición de que el púgil A es el ganador fuera cierta que si lo fuera la proposición alternativa.

Existe una sencilla regla nemotécnica que permite transformar apuestas en probabilidades. Lógicamente la transformación está fundamentada en la aplicación de las leyes de la probabilidad y de la aritmética, pero evitamos al lector esas demostraciones que son, por otra parte, bastante simples.

La regla nemotécnica es la siguiente: una apuesta entre dos opciones, por ejemplo, de 5 a 1, entendida como una relación entre esos números en forma de una división, puede transformarse en dos probabilidades condicionales:

- a) la del numerador de la apuesta dividiendo el primer término de la apuesta por la suma de los dos, es decir, 5 entre 6 ó, si se prefiere, $5/6$, lo que proporciona una cifra del 83,33%;
- b) la del denominador de la apuesta restando la cifra anterior del 100%, lo que se traduce en restar de $6/6$, $5/6$, que da, como resultado, $1/6$, o sea, el 16,66%.

Si la apuesta fuera justamente la inversa, es decir, de 1 a 5, se intercambiarían de posición las reglas enunciadas siendo el numerador un 16,66% y el denominador el 83,33%.

¿Puede funcionar el Teorema de Bayes con apuestas cuyos valores no estén referidos al 1, como en los ejemplos anteriores, es decir, del tipo 3 a 2 o cualquiera que fuera el par numérico? Se interpretaría como que apostamos 3 a 2 a favor de que el púgil A gane al B. La respuesta es afirmativa. La relación de 3 a 2 entre dos probabilidades que sumadas entre sí han de sumar el 100% se transformaría en el 60% y el 40%, respectivamente. La regla nemotécnica también funciona en este contexto: $3/5$ y $2/5$, respectivamente.

La situación cambiaría si en lugar de dos opciones posibles (en el ejemplo hay dos púgiles en combate) hubiera una multiplicidad de opciones que se pudieran elegir (por ejemplo, si tuviéramos que apostar en una carrera de caballos de hasta 10 concursantes). En situaciones como esa resultaría en nuestro entorno cultural mucho más complejo el empleo numérico de apuestas que de probabilidades. Tendríamos muchas posibilidades de realizar apuestas no respetuosas con la teoría de la probabilidad y, por consiguiente, con riesgo evidente de jugar a favor de un caballo perdedor.

Afortunadamente, en un entorno forense suelen existir dos proposiciones (opciones) mutuamente excluyentes (no pueden ser ciertas las dos a la vez) y normalmente exhaustivas (cubren todas las posibilidades de explicación sobre lo que estamos interesados), la de la acusación y la de la defensa, por lo que el empleo de las apuestas en relación con la unidad facilita enormemente la transformación en probabilidades, como se ha podido ver en los ejemplos.

La transformación de probabilidades en apuestas resulta más sencilla. En un contexto de dos opciones mutuamente excluyentes y exhaustivas si conocemos una de las probabilidades condicionales, la segunda se calcula restándola del 100%. La apuesta se construye dividiendo una por otra. Por ejemplo, si la probabilidad a priori de que gane el combate el púgil A teniendo en cuenta los méritos precedentes de carácter deportivo de ambos boxeadores es del 60%, la de B será el 40%. La apuesta es de 6 a 4 a favor de A, o reduciéndola numéricamente hasta encontrar los números enteros más pequeños posibles, de 3 a 2 a favor de A.

Esta explicación carecería de interés especial si no fuera porque el LR figura insertado en la expresión matemática del Teorema de Bayes en forma de apuestas (consúltese ANEXO V).

Las preguntas que interesan al Tribunal referidas en el anterior apartado se responden con la ayuda del Teorema de Bayes, por lo que los conceptos de apuesta a priori y apuesta a posteriori se necesitan comprender y se han de utilizar. El Teorema se enuncia diciendo que *la apuesta a posteriori es igual al LR multiplicado por la apuesta a priori*.

En términos que faciliten su comprensión, puede enunciarse diciendo que la apuesta a priori que el Tribunal pueda hacer antes de que el perito aporte su información con un LR sobre en qué medida, dada la información disponible del caso, es más probable la proposición que defiende la acusación sobre la que sostiene la defensa, se multiplica por el LR – forma en que el informe pericial valora la prueba científica realizada – para obtener la apuesta a posteriori. Esta última apuesta responde a la pregunta:

¿Qué debe creer el Tribunal sobre la autoría de un vestigio una vez que el perito refleja en su informe el valor de la prueba mediante un LR?

La creencia de la que se habla se refiere a la probabilidad de cada proposición condicionada al resultado de la pericia.

Concluimos este apartado resaltando que el concepto de LR como interpretación de lo observado como prueba es coherente con la teoría de la probabilidad, como ha quedado de manifiesto al explicar el Teorema de Bayes en forma de apuestas, lo que le dota de especial valor científico como solución a ese problema. Puede afirmarse, sin temor alguno al error, que si una observación constituye una prueba que favorece a una proposición A frente a otra B utilizando el LR, si las proposiciones tuvieran probabilidades previas de ocurrencia, el efecto de esa observación nunca disminuirá la probabilidad de A respecto a B.

4.8 La ley de verosimilitud conduce hacia la verdad

Nos preguntamos en este apartado si es posible que los LR puedan favorecer la proposición equivocada. La respuesta es afirmativa, sin que esto signifique que sea contradictoria con lo descrito al término del apartado anterior sobre la coherencia del LR con la teoría de la probabilidad (Royall, 1997).

Una observación correctamente interpretada conforme a la ley de verosimilitud puede favorecer la proposición falsa frente a la verdadera. La razón de que eso pueda ocurrir está relacionada con la limitación que la metodología científica aplicable al problema real al que se enfrenta tiene por sí misma. Todo sistema real de reconocimiento de patrones tiene tasas de error de falsos positivos y falsos negativos.

Si el patrón con el que comparamos lo observado está perfectamente definido en una biblioteca de patrones como sucede, por ejemplo, con muchos de los análisis que se realizan en la química forense (detección de acelerantes de la combustión, determinación de la naturaleza de sustancias estupefacientes, etc.), el interés del análisis no se centra en la determinación de la fuente original de donde procede la sustancia sino en su naturaleza específica como tal sustancia, es decir, en la clase o tipo de sustancia en la que se clasifica lo observado. En estos casos las tasas de error están principalmente relacionadas con la sensibilidad de la técnica para detectarlas correctamente.

Sin embargo, si el patrón observado procedente de una fuente desconocida tiene una variabilidad intrínseca por su propia naturaleza (por ejemplo, la existente en la voz), a la hora de discriminar entre fuentes por cualquier sistema de reconocimiento nos encontraremos con tasas de error de falsos positivos y negativos donde influye no sólo el problema de la sensibilidad referido en el párrafo precedente sino el problema de la siempre limitada capacidad discriminativa entre patrones del sistema utilizado.

Los LRs que favorezcan la proposición equivocada se denominan “engañosos”. Si se modelan matemáticamente las distribuciones de los datos generados por el sistema de reconocimiento cuando se comparan patrones procedentes de la misma y de distintas fuentes en todas sus formas, es posible calcular probabilidades de obtener LRs “engañosos”.

Por tanto, un único LR, por sí mismo, y aunque esté perfectamente calculado, no garantiza que conduzca a la verdad. Puede demostrarse matemáticamente que existe un límite universal de probabilidad máxima de LR “engañoso” por cada valor de LR calculado por un sistema de reconocimiento que lo haga correctamente. Coincide con el inverso del valor de LR (por ejemplo, un LR igual a 10 tiene una probabilidad máxima de ser “engañoso” del 10%, y un LR = 100, del 1%). A mayor valor numérico de LR, menor probabilidad máxima de LR “engañoso”. Igualmente, puede demostrarse que a medida que se realizan más observaciones, independientes entre sí, del mismo fenómeno y en idénticas circunstancias, lo que implica multiplicar los LR de cada una de ellas y obtener LR globales cada vez más altos numéricamente, se consigue estar cada vez más cerca de la verdad, es decir, que el LR global favorezca la proposición verdadera.

Esta última propiedad del LR es extremadamente interesante porque garantiza la utilidad práctica de los LR para resolver los problemas en los que se aplica. Puede consultarse en Anexo II el desarrollo matemático demostrativo de lo afirmado y en el Capítulo 8 un ejemplo práctico con las denominadas curvas Tippett límite.

4.9 Hacia la comprensión correcta de los LR de ADN

4.9.1 Distinguiendo probabilidades de interés

De acuerdo, por ejemplo, con (Aitken et al., 2004; Taroni et al. 2014), la capacidad discriminativa de un perfil de ADN (utilizamos la notación Υ para denominarlo) con los kits comerciales disponibles es enorme. La probabilidad de que hallemos un perfil genético determinado con 24 marcadores del kit *GlobalFiler*⁶³ puede llevarnos a cifras, teóricas, de 10^{-30} y aún menores. Son cifras teóricas porque no son empíricamente verificables. Están fundamentadas en modelos estadísticos robustos pero también en frecuencias alélicas experimentales obtenidas en las tres las últimas décadas y en la asunción de uniformidad que siempre se necesita para realizar inferencias, es decir, en la asunción de que esas frecuencias se hubieran obtenido en el pasado y seguirán obteniéndose en el futuro sin especiales variaciones.

Un primer concepto básico e importante que se necesita distinguir es la frecuencia de un determinado perfil genético en una población. Si se considera la población como un conjunto de individuos genéticamente independientes, la frecuencia del perfil se calcula multiplicando las frecuencias de cada uno de los alelos. Si la población está determinada por un cierto grado de parentesco, las frecuencias alélicas serán mayores que las anteriores, más altas a medida que sea más próximo el grado de parentesco.

Analicemos el caso más simple posible en el que disponemos de un perfil genético obtenido de una muestra recogida en una inspección ocular - asumimos que se ha producido un crimen y que la muestra procede del criminal - y observamos que coincide con el perfil genético de un sospechoso. En este caso decimos que se ha producido un *match*. Llamamos probabilidad de coincidencia aleatoria (*random match probability*) a la probabilidad de observar el mismo perfil genético del caso entre los miembros de la población de la que procede el criminal. Si asumimos que el sospechoso procede de esa población, la probabilidad de observar que su perfil coincida con el del caso suponiendo que no fuera el criminal es la misma que la probabilidad de que cualquier individuo de la población de la que procede el criminal, escogido al azar, pudiera tener el mismo perfil que el del caso, es decir, la probabilidad de una coincidencia aleatoria.

Pero si queremos valorar la coincidencia entre perfiles (el *match*) como prueba, necesitamos conocer en qué medida, una persona distinta al sospechoso, perteneciente a la población de referencia de la

⁶³ Aunque el kit GlobalFiler tiene 24 marcadores, sólo se usan 21 en la valoración estadística. No se tienen en cuenta los siguientes: amelogenina (indicador de género), YInDel y DYS391 (ambos localizados en el cromosoma Y, sólo presente en varones).

que suponemos que procede el criminal y biológicamente independiente del sospechoso, pudiera tener el mismo perfil que el hallado en la muestra cuestionada. Esta probabilidad – netamente diferente a las anteriormente referidas y no fácilmente distinguible en el lenguaje ordinario - se calcula de la siguiente forma:

Llamemos γ a la probabilidad del perfil Y hallado en la muestra dubitada en la población de referencia acorde con el caso. La probabilidad de que un individuo de la referida población, escogido al azar, tenga el perfil Y buscado es también γ . La probabilidad de que un individuo de esa población no tenga el perfil Y es $1 - \gamma$, la probabilidad complementaria. Si la población de donde puede proceder el criminal tiene N habitantes genéticamente independientes, la probabilidad de que ningún individuo de esa población tenga el perfil Y buscado es $(1 - \gamma)^N$. Se ha utilizado, para llegar a esa expresión matemática, una conocida propiedad de la teoría de la probabilidad que afirma que la probabilidad de una intersección de sucesos probabilísticamente independientes se calcula multiplicando cada una de las probabilidades de esos sucesos entre sí. Cada habitante de la población de donde puede provenir el criminal es un suceso y la probabilidad de que no tenga el perfil Y es $(1 - \gamma)$. Como hay N habitantes, se llega finalmente a esta expresión: $(1 - \gamma)^N$.

En el ejemplo se ha hablado de dos poblaciones: la población de referencia y la relacionada con el lugar de origen del criminal. Son netamente distintas, la primera se denomina “de referencia” porque hace alusión al cálculo estadístico de las frecuencias alélicas acorde al caso; la segunda hace alusión al lugar habitual de residencia del criminal.

Pues bien, la probabilidad de que, al menos, haya un habitante de la población de donde puede proceder el criminal que tenga el mismo perfil genético que el hallado en la muestra dubitada es $1 - (1 - \gamma)^N$.

Fijémonos en el siguiente ejemplo:

Se ha producido un crimen en Coín (Málaga) en enero de 2003. Por las circunstancias del caso se conoce que el criminal reside en España, es varón y más bien joven. Se consulta la base de datos del Instituto Nacional de Estadística que proporciona la siguiente información sobre la población de varones residentes en Coín (Málaga) en esas fechas: 3.370 varones entre 15 y 39 años. Se ha extraído un perfil genético de una muestra recogida en el lugar de los hechos que se considera que se relaciona con el crimen.

La frecuencia del perfil hallado, utilizando un kit de marcadores SGM+, es 10^{-9} . Para hallar la frecuencia del perfil se han utilizado frecuencias alélicas de la población de referencia publicadas en revistas científicas y, por tanto, sometidas a revisión entre iguales.

Se quiere hallar la probabilidad de que, al menos, haya un habitante de la población de donde puede proceder el criminal – en un primer momento la centramos en Coín - que tenga el mismo perfil genético que el hallado en la muestra dubitada: $1 - (1 - \gamma)^N = 1 - (1 - 10^{-9})^{3.370} = 3,37 \times 10^{-6}$. Esta cifra considera a todos los habitantes varones de Coín de esa fecha independientes genéticamente, lo cual es evidente que no es cierto. Con la aparición del kit SGM+, Foreman y Evett⁶⁴ propusieron limitar

⁶⁴ Foreman y Evett, en “*Statistical analysis to support forensic interpretation of a new ten-locus STR profiling system*”, publicado en la revista *International Journal of Legal Medicine*, en el año 2001 y tras la aparición del kit SGM+ con 10 marcadores, propusieron que las probabilidades de coincidencia aleatoria entre perfiles de ADN en casos concretos no debieran específicamente calcularse por principio. En su lugar, propusieron cifras límite de acuerdo con las diferentes casuísticas: diferentes grados de parentescos, pertenencia a la misma subpoblación o en el supuesto más genérico. Cuando se llegaron a esas cifras de probabilidades de coincidencia aleatoria tan bajas (por ejemplo, 10^{-10} o inferiores) se plantearon si era posible verificar experimentalmente la corrección de las mismas de acuerdo con las teorías de inferencia estadística utilizadas. El problema que advirtieron es que no era posible realizar esas pruebas adicionales de verificación si se tiene en cuenta que la población real de la Tierra era – entonces - de 6.000.000.000 de habitantes y la existencia de parentesco – en sus diversos grados en la población de la Tierra - era más que

las probabilidades de coincidencia aleatoria aplicables a un caso concreto. Aplicando proporcionalmente su argumentación a la población de Coín (reducción de 6 a 1 en el ámbito de la población mundial que hacemos extrapolable a la Coín), la cifra de habitantes varones en la mencionada franja de edad genéticamente independientes se estima que es de 561. Utilizando de nuevo la fórmula: $1 - (1 - \gamma)^N = 1 - (1 - 10^{-9})^{561} = 5,6 \times 10^{-7}$. Esta cifra es seis veces menor, aproximadamente, que la anterior. No es nada intuitivo descubrirlo cuando se manejan cifras de este tenor y se comparan entre sí. Sin embargo, si la comparativa entre habitantes se realiza directamente, sí se percibe fácilmente la comparación de magnitudes: de 561 a 3.370. Como puede verse, la relación de proporcionalidad se guarda en ambos casos, lo que simplifica la interpretación de los datos.

Si alguien objetara que reducir la procedencia del criminal a la ciudad de Coín sería una decisión más que discutible puesto que resulta probable que el criminal proceda de otras localidades de la provincia de Málaga, quizá fuera más sensato tomar como población de procedencia del criminal la totalidad de la provincia de Málaga con las mismas características. En esas fechas asciende a 241.134 habitantes varones entre 15 y 39 años.

Aplicando de nuevo los mismos razonamientos, incluido el de la proporcionalidad de consanguinidad, y cálculos pertinentes, podemos argumentar lo siguiente:

La probabilidad de que, al menos, haya un habitante de la población de donde puede proceder el criminal – nos referimos ahora a la provincia de Málaga - que tenga el mismo perfil genético que el hallado en la muestra dubitada: $1 - (1 - \gamma)^N = 1 - (1 - 10^{-9})^{40.189} = 4,01 \times 10^{-5}$.

E incluso, si alguno dijera que la reducción a la provincia de Málaga pudiera también ser sesgada y que sería más razonable extender la procedencia a toda Andalucía, en esas fechas la población de la comunidad andaluza era de 1.353.114 varones entre 15 y 39 años.

Aplicando de nuevo los mismos razonamientos, incluido el de la proporcionalidad de consanguinidad, y cálculos pertinentes:

La probabilidad de que, al menos, haya un habitante de la población de donde puede proceder el criminal – nos referimos ahora a toda Andalucía - que tenga el mismo perfil genético que el hallado en la muestra dubitada: $1 - (1 - \gamma)^N = 1 - (1 - 10^{-9})^{225.519} = 2,25 \times 10^{-4}$.

Y si extrapolamos la población a toda España en las mismas circunstancias: $1 - (1 - \gamma)^N = 1 - (1 - 10^{-9})^{1.261.762} = 0.00126$, es decir, aproximadamente una persona por cada mil habitantes no relacionados entre sí biológicamente.

evidente. Garantizar que hubiera 1.000.000.000 de pobladores genéticamente independientes era un límite que pensaban que no se podía traspasar para preservar lo que la teoría estadística utilizada asumía como cierto en los cálculos obtenidos: que es posible encontrar ese número de personas en la Tierra genéticamente independientes – lógicamente se tiene en cuenta la posibilidad de seleccionarlas aleatoriamente entre todos los que la habitan garantizando que se cumpla siempre esa propiedad -. Por eso establecieron como límite máximo de probabilidad de coincidencia aleatoria la expresión “one in a billion”, es decir, 10^{-9} . Cuando apareció el kit de 15 marcadores no cambiaron su parecer. Los cálculos estadísticos no los podían en duda si lo que se asumía en ellos se consideraba cierto, pero no pensaban que estuviera justificado aplicarlos a la población real de la Tierra. Lo que esos cálculos estadísticos asumían no era posible verificarlo con experimentos reales a posteriori. Aunque la argumentación de ambos científicos sigue siendo sustancialmente válida, otros científicos - reconocidos expertos en ADN - han recomendado que se proporcionen las cifras reales calculadas advirtiendo explícitamente que no pueden ser verificadas experimentalmente (por ejemplo, en la obra *Forensic DNA Evidence Interpretation*, capítulo 3, cuyo autor es John Buckleton, editado en el año 2005 por CRC Press).

Dependiendo de qué población estemos considerando de la que proceda el criminal, es decir, de cuál es su posible lugar de residencia habitual, habiéndose obtenido un *match* entre el perfil hallado en la muestra cuestionada y el perfil indubitado de un sospechoso procedente de la misma población, la probabilidad de que, al menos, otra persona ajena a él, de la misma población de referencia e independiente genéticamente de él, pueda producir otro *match* varía, en el ejemplo, de $5,6 \times 10^{-7}$ a 0.00126. La relación entre estas últimas cifras es de 2.250, es decir, la variedad de hipótesis de procedencia poblacional del criminal puede hacer que la probabilidad buscada varíe hasta alcanzar un número 2.250 veces mayor que el más bajo posible.

¿Qué relación tienen estas cifras con la probabilidad del perfil de 10^{-9} ? Cuando se confunde la probabilidad del perfil con la probabilidad buscada en este ejemplo, el error numérico que se comete puede llegar a ser de enorme magnitud. Ahora quizá quede más claro que si nos proporcionan la frecuencia del perfil y pensamos que nos informan sobre la probabilidad de que otra persona distinta al sospechoso pueda producir un *match* con el de la muestra dubitada cometemos un error lamentable. En ese modo de pensar discurre el repetido razonamiento intuitivo y falaz, cuando los peritos hablan de las probabilidades de coincidencia aleatoria de perfiles genéticos en informes de ADN, de que se necesitan varios mundos como el nuestro con la misma población que tenemos actualmente para encontrar aleatoriamente a otra persona que produzca un *match* con el perfil buscado y coincidente con el del sospechoso.

Conviene subrayar que la mayoría de los laboratorios forenses optan por utilizar probabilidades de coincidencia aleatoria sin limitación⁶⁵ y sin advertir lo que, por ejemplo, aconseja Buckleton (véase pie de página número 38).

4.9.2 Interpretación de LR con perfiles de ADN nuclear

Nos centramos en este apartado en el supuesto más sencillo posible porque existen múltiples soluciones de cálculo de LR en función de los distintos grados de parentesco. Por tanto, la fórmula en la que vamos a fijar nuestra mirada es una sencilla división aritmética entre la unidad y la probabilidad de coincidencia aleatoria. La unidad del numerador se justificó en el apartado 4.4 y la probabilidad mencionada es la de observar un *match* bajo la tesis que suelen defender las defensas por defecto.

Al ser la probabilidad de coincidencia aleatoria un número muy pequeño y estar en el denominador de la fórmula matemática del LR, pasa a ser numéricamente el valor del LR.

En ADN es muy frecuente encontrarse con valores de LR del orden de 10^{20} , y con los últimos kits, aún mayores. Son números realmente enormes. Deben interpretarse de la siguiente forma:

El *match* es 10^{20} veces más probable observarlo si la proposición de que los perfiles comparados y coincidentes proceden del sospechoso fuera la proposición correcta que si lo fuera la proposición alternativa.

Lo que es ese número tan elevado de veces más probable es el *match*, pero valorándolo de forma relativa, es decir, frente a dos proposiciones distintas entre sí, mutuamente excluyentes.

⁶⁵ Incluso muchos laboratorios emiten conclusiones con valores de probabilidad de coincidencia aleatoria muy pequeñas con cifras decimales. El tribunal puede interpretar entonces que la medida es muy exacta, lo cual no se corresponde con la realidad. Para estimar la frecuencia de un alelo en una población se selecciona a un número muy limitado de individuos y se suponen una serie de condiciones como ciertas (por ejemplo, que no existe migración, que los emparejamientos se producen al azar, etc.). Por tanto, puede afirmarse que la estimación que se realiza no es la frecuencia real del alelo en cuestión sino una aproximación.

Al ser un LR una relación entre verosimilitudes que, en algunos casos, pueden ser probabilidades condicionales discretas, es decir, con valores posibles entre 0 y 1, el rango de valores de un LR oscila entre 0 e infinito. Cuando las verosimilitudes sean densidades (con variables continuas), éstas pueden tener valores numéricos entre 0 e infinito y pudieran producirse indeterminaciones en los resultados como ocurre cuando se produjera una división de cero entre cero, o infinito entre infinito. En los demás casos la división también se circunscribe al rango entre 0 e infinito.

El LR puede ser visto también, dentro del Teorema de Bayes en forma de apuestas descrito en la sección 4.7, como el resultado de la división entre la apuesta a posteriori y la apuesta a priori. El valor numérico que representa las veces en que se incrementa o decrementa la apuesta a priori para dar lugar a la apuesta a posteriori es precisamente el LR.

Las apuestas se relacionan con probabilidades condicionales de proposiciones condicionadas a lo observado (por ejemplo, un *match* entre perfiles de ADN). Ya se ha indicado en la sección 4.7 cómo deben interpretarse las apuestas, ilustrándolo con ejemplos sencillos, pero vale la pena recordar aquí que se relacionan directamente con los verdaderos intereses de un Tribunal o Jurado respecto a la valoración de la prueba científica dentro del procedimiento penal en curso.

Por consiguiente, para un Tribunal o Jurado el valor de LR es un medio que le permite centrar su atención sobre las probabilidades condicionales de las proposiciones que le interesan dentro de la causa después de obtenerse el valor que cuantifica la fuerza de la prueba científica: la magnitud del LR. Son las denominadas probabilidades a posteriori sobre las proposiciones. Probabilidades que, relativizándolas entre sí, es decir, dividiéndolas, configuran la apuesta a posteriori.

Existen formas distintas de expresar un valor numérico de LR, además de la anteriormente expresada. Por ejemplo, podría decirse lo siguiente: “Lo observado apoya o respalda 10^{20} veces más la proposición A que la proposición B”. No resulta superfluo enfatizar que el respaldo o apoyo siempre se realiza en un entorno relativo, es decir, de una proposición frente a otra, nunca respecto a una única proposición. Por tanto, no es lo mismo decir “Lo observado apoya o respalda 10^{20} veces más la proposición A que la proposición B” que decir “Lo observado apoya o respalda 10^{20} veces más la proposición A”. Como quiera que expresemos, verbalmente, un LR, se precisa valorar la prueba siempre de forma relativa. La interpretación de los datos como prueba es esencialmente relativa según la ley de verosimilitud.

4.9.3 ¿Cómo interpretar el número del LR como fuerza de la prueba?

Hemos señalado que la magnitud del LR expresa la fuerza probatoria de lo observado frente a dos proposiciones mutuamente excluyentes. Hay algunos números de LR que nos permiten realizar una interpretación directa de su magnitud:

- a) Un LR igual a 1 significa que lo observado tiene un valor de prueba que deja a quién recibe esa información en el estado mental de duda escéptica respecto a esa específica información. La prueba científica no apoya más una proposición que la otra dejando a quien recibe su resultado igual que estaba antes de que se realizara.
- b) Un LR igual a infinito significa que lo observado apoya de tal manera una proposición respecto a su alternativa que nos encontramos ante una situación determinística. Como ejemplo podemos citar la clasificación de una sustancia como gasolina.
- c) Un LR igual a cero significa que lo observado apoya la proposición alternativa frente a la primera de tal forma que nos encontramos, de nuevo, ante una situación determinística, en sentido contrario a la expuesta en b). Como ejemplos podrían citarse los cotejos negativos de huellas dactilares rodadas (como las de las reseñas policiales) o con perfiles de ADN.

- d) Un LR con un valor diferente a los anteriores apoya una proposición frente a la alternativa de forma gradual. Algunos investigadores han propuesto utilizar una escala verbal que exprese el grado de fuerza de la prueba acorde con la magnitud numérica del LR. Existen diversas propuestas, cada una de ellas con ciertas propiedades que pudieran hacerlas más ventajosas o atractivas.
- e) A mayor magnitud del LR, tanto hacia cero como hacia infinito, la fuerza de la prueba a favor de la proposición correspondiente frente a su alternativa es mayor. Y viceversa.

Los apartados anteriores recogen, esencialmente, todo lo que se puede decir sobre el significado de la magnitud del LR. Sin embargo, ¿existe alguna forma de ilustrar la fuerza de la prueba mediante algún ejemplo que nos permitiera valorarla de forma intuitiva? (Royall, 1997). Todos podemos tener una idea intuitiva de lo que significa que la probabilidad de observar algo sea doble si la proposición A es cierta frente a que lo sea una proposición B. Por ejemplo, que la probabilidad de observar un autobús en nuestra parada es doble si es de la línea A que si lo es de la B. Igualmente podríamos captar el significado de la fuerza de la prueba con valores comparativos mayores, pero ¿hasta cuánto? Y no sólo eso, ¿cómo diferenciamos un 1002 de un 1033, por poner un ejemplo? A mayor magnitud, la cercanía de los números entre sí nos impide percibir sus diferencias comparativamente.

Y si los números tienen valores como 10^{20} , es que no podemos ni percibir intuitivamente la entidad de su magnitud salvo el mero hecho de saber que son números enormes. Por ejemplo, Plutón está a más de 7.500.000.000 de km de la Tierra, algo similar, en número, a la población actual de nuestro planeta. Si expresamos la cifra en milésimas de milímetro, tendremos 7.500.000.000.000.000, o sea, 7.5×10^{18} . Con ello podemos percibir que con los actuales sistemas de análisis de perfiles de ADN somos teóricamente capaces de distinguir ese número de perfiles diferentes o incluso mayores, como ya se ha indicado. El LR en ADN se calcula dividiendo la unidad⁶⁶ por la probabilidad de un perfil en una población, por tanto, si fuera esta última de esa magnitud: $1 / 7.5 \times 10^{18}$, el LR sería igual a 7.5×10^{18} .

Por todo ello conviene disponer de ejemplos que nos puedan servir para hacernos una idea del significado de las magnitudes. Uno de los más felices es el relacionado con un experimento sencillo consistente en sacar a ciegas una bola de dos posibles urnas, una llena de bolas blancas (urna B de sólo bolas blancas) y otra, de igual tamaño y forma, con la mitad de sus bolas blancas y la otra mitad negras (urna N que indica que en ella hay bolas negras, además de blancas). Se introduce la mano en la urna que el organizador del juego nos ponga al alcance y sólo podemos conocer el resultado, es decir, si la bola es blanca o negra. Acto seguido, se introduce la bola en la urna y vuelta a empezar.

En el contexto del juego referido, es fácil ver que la probabilidad de sacar una bola blanca de la urna B es 1, y que la probabilidad de sacar una bola blanca de la urna N es 0.5.

Imaginemos que sacamos la primera bola de la urna – recordemos que no sabemos qué urna es porque lo hacemos a ciegas - y resulta ser blanca. Queremos conocer qué valor de LR tiene el hecho de observar una bola blanca. La probabilidad de observarla si fuera cierta la proposición “se ha sacado la bola de la urna B” frente a la proposición “se ha sacado la bola de la urna N”, es $1 / 0.5 = 2$. No es difícil entenderlo. Si la bola se hubiera extraído de la urna en que todas las bolas son blancas, no podía ser de otro color, por lo que la probabilidad es igual a 1 (suceso seguro). Si la bola se hubiera extraído de la otra urna, donde la mitad son blancas y la otra mitad negras, la probabilidad de observar una bola blanca es claramente 0.5. El LR divide entre sí esas probabilidades, obteniéndose

⁶⁶ El numerador del LR es igual a 1 sólo cuando se cumple: (i) que el caso en cuestión sea un caso de coincidencia de perfiles (lo que llamamos “match” directo) y no un caso de parentesco o una mezcla; (ii) cuando en la muestra dubitada no haya pérdida de alelos (en inglés se utiliza la expresión “drop-out”), ni alelos extra (en inglés, “drop-in”), y (iii) cuando suponemos que la tasa de error en el análisis sea igual a cero.

el resultado indicado: $LR = 2$. Su significado es el siguiente: observar una bola blanca es dos veces más probable si es extraída de la urna B que si lo es de la urna N.

Imaginemos ahora que sacamos una segunda bola y el resultado es que es nuevamente blanca. Como suponemos que las bolas estaban aleatoriamente ubicadas en las urnas y ambas tenían el mismo número de bolas que al principio, pues tras extraer la primera bola la hemos vuelto a introducir en la urna de donde la sacamos, la extracción de la segunda bola podemos considerarla probabilísticamente independiente de la primera extracción. Aplicando las leyes de la teoría de la probabilidad, la probabilidad de sacar dos bolas blancas consecutivamente es igual a multiplicar la probabilidad de sacar cada una de ellas por separado. Por tanto, si esta segunda bola hubiera sido extraída de la urna B, y la primera también, la probabilidad de sacar las dos bolas blancas de la urna B es $1 \times 1 = 1$. Pero si se hubieran sacado las dos de la urna N, es igual a $0.5 \times 0.5 = 0.25$. Y si se hubieran sacado cruzadas, es decir, una de cada urna, es igual a 1×0.5 ó 0.5×1 , o sea, 0.5.

El LR asociado a sacar dos bolas blancas sería igual a multiplicar los LR asociados a cada extracción si se considerasen las extracciones probabilísticamente independientes, por lo que tendríamos los siguientes valores: la probabilidad de observar dos bolas extraídas consecutivamente si “se han sacado de la urna B” frente a “se han sacado de la urna N” es igual a $1 / 0.25 = 4$. Como vemos, el LR ahora es el doble que el calculado sacando una bola blanca bajo las mismas proposiciones.

Podemos intuir que el LR es igual a 2^E (utilizamos la notación E de extracción), donde E expresa el número de bolas blancas consecutivamente extraídas de la urna. En el supuesto de que hubiéramos hecho tres extracciones en las mismas condiciones que la referida, obtendríamos un $LR = 8$.

Luego, el valor del LR del ejemplo va creciendo según la ley 2^E a medida que observemos E bolas blancas consecutivas. Es decir, observar tres bolas blancas consecutivas en tres extracciones independientes de una misma urna, tiene un valor de prueba que puede expresarse diciendo que es ocho veces más probable observarlo si la urna B es de donde se están extrayendo las bolas que si se están extrayendo de la urna N.

Pensemos en el supuesto de que hubiéramos extraído 6 bolas blancas consecutivas en las mismas condiciones que en el ejemplo. Si nos preguntasen qué significado tiene para nosotros esa observación con respecto a las dos posibilidades conocidas: que las bolas procedan de la urna B o de la urna N, diríamos que esa información inclina significativamente la balanza de nuestra respuesta a favor de la proposición de que “se han extraído de la urna B” frente a que “se han extraído de la urna N”. El LR asociado a las 6 bolas blancas consecutivamente extraídas sería de $2^E = 2^6 = 64$.

Si quisiéramos utilizar este ejemplo como referencia intuitiva, tendríamos que tener un modo de transformar el valor de LR en número de bolas consecutivamente extraídas de la urna B. Puede hacerse aplicando logaritmos en base 2 (porque hay dos urnas, es decir, dos proposiciones) a los dos términos de la igualdad siguiente: $2^E = LR$. Consideremos que el $LR = 64$.

Primer término de la igualdad: $\log_2(2^E) = E \log_2(2) = E$.

Segundo término de la igualdad: $\log_2(LR = 64) = 6$ (por definición, el logaritmo de un número en una base es el número al que hay que elevar la base utilizada en el logaritmo – en este caso 2 – para obtener el valor del número (en este caso, un LR)).

Resultado $E = 6$ (seis bolas blancas consecutivamente extraídas de la urna B).

Si el LR fuera, por ejemplo, igual a 1500, el número de bolas blancas consecutivas de la urna B que se correspondería con ese valor probatorio expresado mediante el LR sería algo mayor que 10.5.

Basta calcular el $\log_2(1500)$ con una calculadora. Esa es la regla de transformación para un caso de dos urnas como el del ejemplo.

Cualquier valor de LR que obtuviéramos en un cotejo criminalístico podría compararse con el mismo número en el contexto del ejemplo de las urnas para hacernos una idea intuitivamente fácil de captar su fuerza como prueba.

4.10 Hacia una mejor comprensión de la valoración estadística de un cotejo de perfiles de ADN en entorno forense

4.10.1 El problema de la isla

Expertos en valoración estadística de la prueba de cotejo de perfiles de ADN han hecho célebre un ejemplo que en la literatura especializada se conoce como “el problema de la isla” (Balding, 2005), en el que se intenta encontrar una solución matemática rigurosa a un problema que se plantea en un contexto idealizado pero que arroja luz sobre un contexto análogo real.

Eggleston en 1983 planteó, por vez primera, el problema de un crimen imaginario en una isla igualmente imaginaria donde la vida y el crimen son mucho más simples que en el mundo real. En lo que sigue nos apoyamos en algunas de las denominadas *lecciones* que sobre el ejemplo imparte Balding en su obra titulada “*Weight-of-Evidence for Forensic DNA Profiles*”:

Consideremos una cualidad muy singular llamada Υ . No es visible a simple vista y necesitamos realizar un test para hallarla. Asumimos, por el momento, que el test no falla. Se comete un crimen en una isla con una población de 101 habitantes. Al principio no hay pistas y todos los habitantes de la isla son considerados por la policía equiprobablemente sospechosos. Se asume que un habitante de la isla es el criminal. En un momento dado se averigua que el criminal ha de tener la cualidad Υ , y se halla a un sospechoso – habitante de la isla - que la tiene. ¿De qué modo podemos estar convencidos de que hemos hallado al culpable?

La respuesta a esta pregunta depende, entre otros factores, de la rareza de la cualidad Υ . Supongamos que el sospechoso y el criminal (que pueden ser o no la misma persona) son las únicas personas en la isla de las que se conoce que tengan o no la cualidad Υ . Supongamos también que, en un reciente estudio llevado a cabo en el continente más cercano a la isla, se indica que el 1% de la población tiene la cualidad Υ y asumimos que esa tasa se mantiene, en media, en las islas más cercanas. También asumimos que la probabilidad de que cualquier habitante de la isla tenga la cualidad Υ no está afectada por el hecho de que el sospechoso la tenga. Resumiendo:

- Los 101 habitantes de la isla están bajo sospechosa inicialmente y en la misma proporción.
- Uno de los habitantes de la isla es el criminal.
- El criminal y el sospechoso tienen la cualidad Υ .
- Se desconoce si el resto de los isleños tienen la cualidad Υ o no.
- Se espera que una persona de cada 100 tengan la cualidad Υ .

Hay 101 isleños: 100 de ellos son inocentes y 1 culpable. Tenemos la certeza de que el criminal tiene la cualidad Υ . Encontramos a un sospechoso con la cualidad Υ . Debido a que se espera que una persona de cada 100 tenga la cualidad Υ , es posible que uno de los habitantes de la isla pueda tenerla sin ser el criminal. Por tanto, esperamos que haya dos personas con la cualidad Υ : el criminal y el sospechoso, cuando éste no sea el criminal, o el sospechoso y uno de los habitantes de la isla (en este caso el sospechoso es el criminal). Diríamos que hay un 1% de tasa de falso positivo, por lo que de 100 personas inocentes en la isla esperamos que una de ellas tenga la cualidad Υ . Por tanto, aunque Υ sea una cualidad rara y haya habido coincidencia en ella entre la muestra dubitada

procedente del criminal y la indubitada procedente del sospechoso, sólo hay un 50% de probabilidad de que el sospechoso sea el criminal.

Aunque parezca poco probable que un individuo tenga una cualidad determinada (1% en nuestro ejemplo), debido a la coincidencia producida con la muestra dubitada se alcanza un 50% de probabilidad de que el sospechoso pueda ser el culpable.

4.10.2 La primera lección del problema de la isla

Lo que resulta relevante para el Tribunal o el Jurado es la probabilidad de que el sospechoso sea culpable dada una coincidencia en la cualidad Y . Esta probabilidad es, en un caso real, bastante difícil de calcular. Sin embargo, trabajamos en un contexto de isla simplificada en el que vamos a poder calcularla. De momento, consideramos que no existen pruebas adicionales y que todos los habitantes de la isla siguen siendo equiprobablemente sospechosos.

En general, si hay N habitantes en la isla, además del sospechoso, y la probabilidad de que tengan la cualidad Y es p , llegamos a la siguiente fórmula de la probabilidad condicional de culpabilidad del sospechoso dada la observación de la cualidad Y : $P(H_f | Y) = 1 / (1 + N p)$, donde H_f significa "hipótesis del Fiscal" e Y se ha de entender como la coincidencia en la cualidad Y entre la muestra dubitada y la indubitada procedente del sospechoso.

Sin que todavía ofrezcamos explicaciones sobre el porqué de esta fórmula, si la aplicamos al caso del problema de la isla enunciado llegamos al resultado del apartado 4.10.1: $P(H_f | Y) = 1 / (1 + 100 \times (1/100)) = 1 / 2 = 0.5$, o sea, el 50%. Un 50% en la probabilidad condicional mencionada significa quedarse en la duda. No existen razones para decantarse ni a favor de que el sospechoso sea la fuente de la cualidad Y encontrada en la muestra recogida en la escena del crimen ni a favor de la proposición contraria.

Cuanto más rara sea la cualidad Y , mayor será la probabilidad de que el sospechoso sea el criminal. Sin embargo, la fuerza de la prueba contra el sospechoso depende tanto de la rareza de la cualidad Y como del número de posibles fuentes de la muestra dubitada, o sea, N .

Primera lección: *el hecho de que la cualidad Y sea rara (que es lo mismo que decir que p sea muy pequeño) no conlleva, aisladamente considerado, que el sospechoso sea probablemente culpable.* Consúltese el Anexo IV para encontrar una explicación pormenorizada de la fórmula matemática empleada para resolver el problema.

4.10.3 Acercamiento a un contexto real

4.10.3.1 Incertidumbre sobre el valor de p

En la práctica, el valor de p – la probabilidad de la cualidad Y – no se conoce con exactitud. Lo que podemos hacer es estimarlo mediante técnicas de muestreo. Por tanto, siempre habrá una incertidumbre que ciframos igual a la varianza σ^2 . En la fórmula de la probabilidad condicional de la culpabilidad del sospechoso dado que tiene la cualidad Y hasta ahora considerada, la varianza fue igual a cero. Existe una fórmula de esa probabilidad condicional, más general, que la contempla:

$$P(H_f | Y) = 1 / [1 + N (p + (\sigma^2 / p))] < 1 / (1 + N p),$$

que, como se señala en la ecuación, producirá un valor de $P(H_f | Y)$ menor que el calculado con la fórmula primigenia con varianza igual a cero.

Segunda lección: *la incertidumbre sobre el valor de p no es despreciable. Si se ignora su efecto se perjudica al sospechoso.* Consúltase el Anexo IV para encontrar una explicación pormenorizada de la fórmula matemática empleada para resolver el problema.

Un ejemplo sirve para cuantificar en qué medida puede afectar al sospechoso la ignorancia de la incertidumbre sobre p.

En el original problema de la isla, con $N = 100$ y $p = 0.01$ (1%), si aplicamos la primera fórmula tenemos que $P(H_f | \Upsilon) = 1 / (1 + 100 \times (1/100)) = 1 / 2 = 0.5$.

Si suponemos ahora que hay incertidumbre sobre p, digamos que $p = 0.01 \pm 0.005$ (es decir, $\sigma = 0.005$, siendo la desviación típica o estándar), entonces tenemos que:

$P(H_f | \Upsilon) = 1 / [1 + N (p + (\sigma^2 / p))] = 1 / [1 + 100 \times (0.01 + ((0.005)^2 / 0.01))] = 1 / (1 + 100 \times (0.01 + 0.0025)) = 1 / (1 + 100 \times 0.0125) = 1 / (1 + 1.25) = 1 / 2.25 \cong 44\%$. Por tanto, no tener en cuenta la incertidumbre sobre el valor de p sobreestima la probabilidad de la hipótesis del Fiscal (culpabilidad del sospechoso) dada la observación de la cualidad Υ . Pasar del 44% (valor más exacto) al 50% no puede considerarse irrelevante.

La incertidumbre sobre p, como ya hemos dicho, sobreviene por el muestreo – cada muestra tendrá un valor diferente estimando p – y siempre tendremos la posibilidad de que las muestras no sean suficientemente representativas (por ejemplo, los isleños pudieran no ser, en términos generales, tan similares a los habitantes del continente más cercano). Respecto al ADN, la incertidumbre sobre las frecuencias alélicas (p) es importante no sólo por el error de muestreo sino porque las proporciones de los perfiles de ADN varían según los grupos étnicos, religiosos y sociales, y nunca se conoce exactamente cuál es la población de referencia en un caso particular o cuáles son las proporciones de los perfiles en los grupos relevantes. Aunque reconocemos grupos humanos como los “Árabes”, “Hispanos”, “Escandinavos”, etc., como consecuencia de las migraciones, casamientos interraciales, y límites imprecisos, no podemos definirlos de forma exacta. La rareza de los perfiles de ADN se apoya, por una parte, en datos aceptados como *muestras de conveniencia* más que en *muestras aleatorias científicamente consideradas*, y por otra parte, los fundamentos de la teoría de genética poblacional descansan, en el mejor de los casos, en las poblaciones humanas actuales. En la práctica, σ^2 / p de nuestra última fórmula será mucho mayor que p, así pues, si se ignora, su influencia será mayor que en el ejemplo que ha servido para ilustrar el presente tema.

4.10.3.2 Incertidumbre sobre N

El tamaño N de la población de la isla, excluyendo al sospechoso, puede también desconocerse y tener una cierta influencia en el cálculo de $P(H_f | \Upsilon)$. En este caso, el efecto de la incertidumbre sobre N es, normalmente, pequeño y a favor del sospechoso. Si el tamaño real fuera N y considerásemos $N - 1$ o $N + 1$, cada uno de ellos con probabilidad ε , se llega a la fórmula siguiente:

$$P(H_f | \Upsilon) \cong [1 / (1 + N p (1 - 4\varepsilon / N^3))] > 1 / (1 + N p)$$

Tercera lección: *La incertidumbre sobre N, el número de posibles sospechosos alternativos, tampoco puede despreciarse, pero el efecto de ignorar esta incertidumbre es generalmente pequeño y tiende a favorecer a los sospechosos.* Consúltase el Anexo IV para encontrar una explicación pormenorizada de la fórmula matemática empleada para resolver el problema.

4.10.3.3 Posibles errores de catalogación (tipado)

Dejemos a un lado la incertidumbre y asumamos de nuevo que p y N son exactos. Supongamos, sin embargo, que haya una probabilidad ε_1 de que un individuo que no tenga la cualidad Y sea erróneamente catalogado como que la tiene (es decir, se trata de un falso positivo), y una probabilidad ε_2 para el error de falso negativo. Asumimos que ambas probabilidades de error se refieren tanto al sospechoso como a la muestra dubitada y que los errores ocurren independientemente.

Lo que hemos asumido sigue siendo una simplificación de la realidad, pero nos permite averiguar en qué medida la posibilidad de error afecta a la probabilidad de culpabilidad del sospechoso dada la observación de la cualidad Y . La fórmula propuesta es la siguiente:

$$P(H_f | Y) \cong [1 / 1 + N ((p + \varepsilon_1)^2 / p)]$$

Nótese que, como una primera aproximación, ε_2 es irrelevante. Una vez observada la coincidencia en la cualidad Y , la probabilidad de error de falso negativo carece de importancia.

Lección cuarta: *El valor de la cualidad como prueba incluye tanto la probabilidad de que se produzca una coincidencia por azar como la probabilidad de esa coincidencia debido a un error de catalogación.* Consúltese el Anexo IV para encontrar una explicación pormenorizada de la fórmula matemática empleada para resolver el problema.

Un ejemplo numérico que ilustra lo que se acaba de mencionar es el siguiente: supongamos que $\varepsilon_1 = 0.005$, es decir, la probabilidad de que un isleño sin la cualidad Y sea catalogado erróneamente como que la tiene. La probabilidad de la hipótesis del Fiscal dada la cualidad Y es la siguiente:

$$P(H_f | Y) \cong [1 / 1 + N ((p + \varepsilon_1)^2 / p)] = [1 / 1 + 100 ((0.01 + 0.005)^2 / 0.01)] \cong 31\%.$$

Por tanto, ignorar la posibilidad de cometer un error en la catalogación puede conducir a sobreestimar la probabilidad de que la hipótesis del Fiscal sea cierta dada la observación de la cualidad Y . En este caso, ¡en lugar del 31% se ha defendido que fuera un 50%!

Los errores que pueden cometerse en un laboratorio que realiza cotejo de perfiles de ADN no son despreciables. Existen, al menos, dos formas de observar una coincidencia de perfiles erróneamente (en el sentido de que conlleve una falsa implicación del sospechoso con el crimen):

- Que se trate de una coincidencia aleatoria.
- Que los perfiles sean distintos pero se ha producido un error de catalogación en uno o en los dos perfiles produciéndose la falsa coincidencia.

Las dos posibilidades descritas son altamente improbables. Sin embargo, como en la relación de verosimilitudes de la fórmula se incluye tanto la probabilidad de coincidencia aleatoria como la de falsas coincidencias por errores de catalogación por cualquier causa, ignorar la posibilidad de una coincidencia falsa va en contra del sospechoso, y en algunas ocasiones de forma importante. Si la probabilidad de una coincidencia falsa fuera mucho mayor que la probabilidad de una coincidencia aleatoria, esta última sería incluso irrelevante en el cálculo de la fuerza de la prueba. La cuestión clave no es si la probabilidad de una falsa coincidencia es pequeña sino en qué medida se diferencia de la probabilidad de una coincidencia aleatoria. Y, por otra parte, lo que verdaderamente importa no es la probabilidad de error de falsa coincidencia o de catalogación con carácter general sino la probabilidad de un error que pudiera haber conducido a una observación de una coincidencia Y . En la prueba de ADN la probabilidad de una coincidencia por casualidad es tan sumamente improbable que la probabilidad alternativa de error involuntario o fraudulento en el perfil del sospechoso es

mucho más probable en comparación con ella, aunque en términos absolutos sea también muy improbable en sí misma⁶⁷.

El valor de ε_1 es difícil de estimar, generalmente suele ser más difícil que estimar el valor de p . Esto es así como consecuencia de que las tasas de error son bajas y se necesitarían muchas pruebas para valorarlas debidamente. Y lo que es peor, ninguna serie de pruebas sería capaz de imitar las especiales circunstancias que concurren en cada caso, incluyendo la cantidad de ADN disponible, así como su nivel de contaminación o degradación. En última instancia corresponde al Tribunal o Jurado valorar en qué medida se ha podido producir un error sobre la base de la prueba presentada en el juicio. Resulta de gran importancia que el Tribunal o Jurado conozca qué errores se pueden cometer, en qué medida pueden presentarse en un caso concreto y qué efectos pueden tener en la fuerza de la prueba.

4.11 Búsquedas en base de datos

Dejemos a un lado, por el momento, las incertidumbres y los errores, y centremos la atención en la cuestión sobre la causa de que el sospechoso haya llamado la atención de los investigadores del crimen en la isla. En la práctica, los sospechosos suelen identificarse por una combinación de factores como antecedentes penales, comportamientos inusuales, relaciones con otros delitos o delincuentes, etc.

Supongamos ahora que el sospechoso fue identificado tras una búsqueda de la cualidad Y en una base de datos⁶⁸: los isleños fueron examinados en orden secuencial aleatorio hasta que apareció el primero con esa cualidad. A ese individuo se le acusó de ser el posible autor del crimen. Además de todo lo que ya sabemos que forma parte del contexto del problema de la isla, añadimos la información de que k isleños han sido investigados y ninguno de ellos tuvo la cualidad Y . Hasta ahora, en el problema que contemplamos no se habían tenido en cuenta las razones por las cuales el sospechoso fue considerado como tal. ¿Cómo afecta a la probabilidad de que el sospechoso sea culpable dada la observación de la cualidad Y (es decir, a $P(H_f | Y)$), el hecho de que se haya identificado tras una búsqueda en una base de datos? La respuesta es que la probabilidad de que un sospechoso sea culpable dada la observación de la cualidad Y es mayor si se ha llegado hasta él a través de una búsqueda en una base de datos que si se ha realizado sin ella. La siguiente fórmula lo explica, donde k es el número de personas de la base exploradas sin la cualidad Y hasta llegar al primero que la tiene:

$$P(H_f | Y) = 1 / (1 + (N - k) p) > 1 / (1 + N p).$$

⁶⁷ En un ejercicio de transparencia, el *Netherlands Forensic Institute* (conocido por sus siglas NFI) catalogó y publicó hace unos años sus tasas de error (consúltese la siguiente referencia bibliográfica: Kloosterman A., Sjerps M. and Quak A. "Error rates in forensic DNA analysis: definition, numbers, impact and Communications". *For. Sci. Int. Genet.* 12 (2014): 77-85). Los kits comerciales que se usan en la actualidad para el análisis de muestras biológicas son mucho más sensibles que en el pasado y, por tanto, han aumentado las probabilidades de que se produzcan y detecten contaminaciones entre perfiles genéticos. De hecho, las contaminaciones se consideran hoy en día prácticamente inevitables, si bien los laboratorios acreditados mediante la aplicación de normas de gestión de la calidad tienen cierta facilidad para cuantificarlas, ya que quedan patentes en sus registros de análisis y en las acciones correctivas que deben aplicarse. En otros campos de la genética es habitual que los laboratorios tengan en cuenta sus tasas de error (ej., en laboratorios clínicos), pero aún no ocurre esto en el campo forense. Sería deseable, por tanto, que los laboratorios forenses no sólo tuvieran la capacidad de detectar sus errores, sino también que los cuantificaran, que los pusieran a disposición del tribunal, e incluso que los tuvieran en cuenta en la valoración de sus resultados.

⁶⁸ Para una revisión de la controversia surgida sobre cómo debería evaluarse la evidencia cuando se encuentre al sospechoso a través de una búsqueda en una base de datos, recomendamos la siguiente lectura: <http://folk.uio.no/geirs/publ/Storvik-Egeland-2007.pdf>

Para entender intuitivamente la fórmula propuesta pensemos que el sospechoso ha aparecido justamente cuando era la última persona que quedaba en la isla por ser examinada de la cualidad Υ . Ninguno de los isleños examinados anteriormente poseían la cualidad Υ . El hecho de que ese sospechoso tenga la cualidad Υ es una prueba irrefutable contra él, como se refleja en el resultado de $P(H_f | \Upsilon)$ si $N = k$, que conlleva que $P(H_f | \Upsilon) = 1$. La razón que explica que la fórmula aportada es la correcta es que cada individuo examinado que no tiene la cualidad Υ es excluido de estar bajo sospecha (deja de ser equiprobablemente sospechoso con respecto a los isleños antes de que se examinaran por la cualidad Υ) – recuérdese que hemos supuesto que no hay errores en la realización del test -. Cada individuo que deja de ser sospechoso deja un conjunto de posibles sospechosos más reducido y, por consiguiente, cada uno de los que quedan por examinar va incrementando paulatinamente la probabilidad de culpabilidad. Obsérvese que si la primera persona que se examinara tuviera la cualidad Υ , $k = 0$, la fórmula de $P(H_f | \Upsilon)$ volvería a ser la del apartado 4.10.2.

Lección quinta: *En el caso de una búsqueda de posibles culpables en una base de datos que conlleve una coincidencia en una cualidad con la muestra de la escena del crimen, cuanto más larga sea la búsqueda (es decir, cuantos más individuos se hayan examinado sin que hubiera existido una coincidencia) mayor será la fuerza de la prueba contra aquél en el que se haya producido la coincidencia.*

CAPÍTULO 5: EPISTEMOLOGÍA FORENSE

5. Fundamentos ontológicos y epistemológicos de la incertidumbre

5.1 Los primeros principios del razonamiento en la filosofía del ser

Comencemos por una breve introducción a los principales principios metafísicos y epistemológicos en la tradición aristotélico-tomista. Esto nos proporcionará los fundamentos del concepto de incertidumbre que se utilizará en esta obra.

Aristóteles no utilizó el término metafísica para denominar a su filosofía del ser sino que la denominó “primera filosofía” para subrayar su carácter fundante respecto a cualquier estudio que pueda realizarse sobre la realidad. Tradicionalmente se describe a la metafísica como el estudio del ente (del latín *ens, entis*) en cuanto ente, así como de cualquier atributo de lo real (como distinto a lo meramente imaginado o ideado por la mente).

Los clásicos distinguen, en toda ciencia, su objeto material y su objeto formal. El primero está relacionado con un determinado aspecto de la realidad que nos interesa estudiar y el segundo con el punto de vista desde el cual nos fijamos en ella. A los matemáticos y a los filósofos les interesa el estudio del número, pero mientras que a los primeros les interesa sus aplicaciones lógicas, a los segundos les interesa su naturaleza.

Si la metafísica estudia cualquier cosa real, es decir, si su objeto material no es ningún ente específico sino toda clase de realidades, podemos preguntarnos si la incertidumbre, como concreto estado mental en el que se puede encontrar la inteligencia, puede formar parte del objeto material de la metafísica. Esta pregunta no es banal puesto que hemos hecho hincapié en que lo meramente imaginado o ideado por la mente no forma parte de ese objeto.

Pues bien, si la metafísica estudia cualquier cosa real, si entendemos la incertidumbre como un efecto psicológico de un acto imperfecto de conocimiento llevado a cabo por la inteligencia, se trata de un efecto real por más que se sitúe en la mente. Un estado mental tras un acto de conocimiento tiene naturaleza psicológica, es objeto material de la psicología, pero también lo es de la metafísica en tanto en cuanto lo estudia como un efecto real relacionado con un acto de la inteligencia – el juicio –, que es su causa.

La metafísica sostiene que el ser es a la inteligencia lo que la luz es a los ojos. Si queremos entender algo real, el *ser* es necesario. Nos preguntamos: ¿qué es la incertidumbre? y, conforme al concepto lingüístico de incertidumbre, sabemos que se refiere al estado mental sobre la verdad de un juicio. Tiene que ver con la operación intelectual realizada por un individuo capaz de tal tarea y con los resultados de dicha operación. Es más, tiene que ver con un resultado insatisfactorio de esa operación porque la inteligencia busca poseer la verdad cuando reconoce la realidad, busca certezas.

El ser no está relacionado sólo con los conceptos sino también con los juicios que formulamos. Nuestra mente acepta o rechaza proposiciones de acuerdo con su ajuste o no con la realidad. En el primer caso decimos que la proposición es verdadera, y en el segundo, que es falsa. En cada uno de los juicios más simples que realizamos tenemos en cuenta el primero y más simple de todos: el *principio de no contradicción*, que podemos enunciar diciendo que *el ser no es el no ser*. Decimos que es el más simple porque está basado en el concepto más simple de lo real: ser o no ser. No es posible que una misma cosa sea y no sea a la vez, en el mismo sentido. Se trata de la proposición más autoevidente que podemos pensar.

Siguiendo a Santo Tomás de Aquino, en su obra *Cuestiones disputadas sobre la verdad*, Forment establece que la génesis del principio de no contradicción es la siguiente: “Lo primero en la génesis

de las propiedades trascendentales y los primeros principios es la noción de ente. Después de esta primera afirmación viene la negación y surge el concepto de nada. En tercer lugar, se vuelve a afirmar, y ahora se constituye el concepto de división, la separación del ente y del no ente. Su expresión es el principio de no contradicción: el ente no es el no ente.” (Forment, 2009, página 276).

El principio de contradicción está casi siempre implícito o se utiliza indirectamente cuando se rechaza lo incoherente. No es necesario que se constituya como premisa explícita en cada argumentación. Cualquier conocimiento que pueda llamarse tal ha de ser acorde con este principio - aunque no es lo mismo decir “ser acorde con” que “derivarse de” (Alvira y otros, 2001, página 48) -.

Este principio es la primera premisa sobre la verdad de cualquier juicio. Implica que todo juicio sobre lo real no puede ser contradictorio porque la realidad no lo es. La verdad ha de ser comprendida como fundamentada en la existencia si se quiere entender bien el mencionado principio.

La lógica y la metafísica estudian toda la realidad. Sin embargo, la lógica estudia las cosas en cuanto conocidas y la metafísica en cuanto que son. Por consiguiente, la lógica está subordinada a la metafísica: conocer es comprender lo que son las cosas, siendo la inteligencia la facultad humana que puede lograr ese fin. La lógica necesita el concepto previo del ser. Decimos que un juicio es verdadero cuando se advierte correspondencia entre lo pensado por la inteligencia y la realidad. Esa correspondencia no es ajustable. No existe estado intermedio entre ser y no ser en la realidad.

El principio de no contradicción es, primero de todo, un juicio sobre la realidad: su formulación más profunda es metafísica, aunque existen otras posibles formulaciones como la que se utiliza en lógica. No es un axioma. No es un postulado mental. Se trata de la ley más profunda que podemos enunciar sobre la realidad: los seres no son contradictorios. La derivación lógica de este principio es una consecuencia de cómo la inteligencia conoce la realidad (Alvira y otros, 2001, páginas 44–45).

El principio de no contradicción es alcanzable por inducción esencial, mediante la cual, la inteligencia, ayudada por la experiencia, puede percibir un necesario y universal vínculo entre un sujeto y un predicado (Sanguineti, 2007, página 148).

Podemos contradecirnos cuando pensamos, pero si eso sucede es porque nos alejamos de la realidad, porque nuestro razonamiento es deficiente. No podemos comprender lo que es contradictorio.

Hay otros primeros principios metafísicos derivados del de no contradicción como el de tercero excluido o el de identidad. El primero se enuncia diciendo que no hay término medio entre la afirmación y la negación referida a la realidad. Por tanto, cada proposición de ese tipo es necesariamente verdadera o falsa. El segundo dice que una cosa es siempre lo que es.

Nuevamente Forment nos proporciona la guía racional para formular el principio de identidad:

“Afirmado el concepto de división, si se niega en el ente se genera el concepto de unidad, que el ente no está dividido de sí mismo. Lo uno es el ente indiviso. Por ser la unidad formalmente la negación de la división interna del ente, funda de modo inmediato el principio de identidad. Principio que, por expresar que el ente es uno o indiviso, es, por tanto, posterior al de no contradicción.” (Forment, 2009, página 276).

Estos principios se asumen siempre como conocimiento fundante de todas las ciencias: no se someten a prueba o discusión en las ciencias – excepto en metafísica - porque sin ellos no sería posible razonar. La metafísica, sin embargo, que estudia la realidad desde sus últimas y más profundas causas, los analiza detenidamente.

5.2 Hacia una comprensión metafísica y epistemológica de la incertidumbre

D. Lindley (Lindley, 2014, página 1), en su obra titulada *“Understanding uncertainty”*, enfatiza que los enunciados inciertos son “personales”, es decir, están presentes en los individuos como generadores de ese estado mental. Admite la posibilidad de acuerdos inter-subjetivos con el mismo nivel de incertidumbre en determinadas cuestiones, como, por ejemplo, los acuerdos que pudieran alcanzarse en el juego.

Lindley resalta que en los enunciados inciertos existe una relación entre la persona que conoce (o el grupo de personas que expresa una opinión común, o incluso una persona no expresamente conocida pero sí singularizada, es decir, un determinado tipo de personas) y el aspecto de la realidad que quiere conocerse y sobre el que se formula un enunciado.

Lindley es uno de los estadísticos bayesianos más conocidos. Sin duda puede decirse que su pensamiento refleja muy bien cómo entienden los bayesianos el concepto de probabilidad y, en este caso, el de incertidumbre.

Tratando de aproximarse al razonamiento de Lindley, un metafísico aristotélico-tomista subrayaría la importancia de preguntarse en qué consiste un acto de conocimiento y qué es una relación. Empezando por lo segundo, una relación es una de las categorías o modos de ser. La tradición aristotélica distingue diez: la sustancia y los nueve accidentes. La relación es uno de los denominados accidentes. Nos conviene distinguir los conceptos de sustancia y accidente.

El concepto de sustancia aristotélico está vinculado a la convicción de que los seres humanos tenemos la capacidad natural de conocer la realidad tal y como es. Platón, por el contrario, pensaba que lo que tenemos a la vista está en permanente cambio y, por consiguiente, el conocimiento de la realidad con nuestras facultades de conocimiento se nos escapa. La opinión opuesta de Aristóteles, su más afamado discípulo, la fundamentó en que advirtió la primera división de lo real: lo que cambia y el cambio mismo. Lo que cambia es estable y permanente, la sustancia. Todo cambio se fundamenta en ella. Sólo con la premisa de la existencia de un elemento permanente en los entes que configuran el mundo sensible es posible mantener que es posible alcanzar un conocimiento real o ciencia sobre ellos, y no una mera opinión, como sostenía Platón.

El accidente metafísico relación – significando el término accidente “lo que existe en otro y no por sí mismo” – se entiende como predicado de la sustancia. Se predica de la sustancia en cuanto referida a otra cosa. Ese “referirse hacia” es lo que caracteriza y distingue al accidente relación de los ocho restantes (Alvira y otros, 2001, página 72). Hay dos tipos de relación: (i) la real, por ejemplo, entre cosas reales; y (ii) la lógica, por ejemplo, entre conceptos.

Para que una relación sea real hacen falta dos requisitos ineludibles: (i) que lo sean sus términos; y (ii) que lo sea su fundamento. En el supuesto de que falle alguno de esos tres elementos esenciales como algo real, la relación es meramente lógica o de razón. Debido a la naturaleza de la relación como accidente con un grado de realidad que podemos calificar de mínimo entre los posibles, no resulta sencillo, en ocasiones, distinguir las relaciones reales de las meramente lógicas.

La certeza es un estado de la mente que se produce inmediatamente después de que la inteligencia emita un juicio. Se define como el estado de la mente en el que se encuentra la inteligencia cuando percibe la adecuación entre lo que se quiere conocer y lo conocido, en otras palabras, cuando advierte la verdad (lógica) de un juicio (formulado mediante una proposición).

La mente percibe el ajuste entre el concepto obtenido por la inteligencia y lo que lo conocido es en la realidad. Esa es la definición de la verdad lógica de un juicio. Esta verdad lógica es bivalente: o se percibe el ajuste o no se percibe. Cuando se percibe el ajuste, la mente puede percibirlo en su mayor

grado posible, es decir, es justo el estado que llamamos certeza. También llamamos certeza a su opuesto, es decir, al estado de máximo desajuste posible percibido por la mente entre el concepto y lo conocido en la realidad. Cuando el ajuste o desajuste de los que hablamos no se percibe con la máxima intensidad posible, hablamos de incertidumbre. Y cuando no es más posible distinguir si hay ajuste o no lo hay hablamos de duda, que se corresponde con la máxima incertidumbre que podemos llegar a tener.

El principio de contradicción nos impide confundir la certidumbre con la incertidumbre. No es coherente hablar de grados de certidumbre o de incertidumbre indistintamente, aunque coloquialmente lo hagamos a diario. La incertidumbre sólo es inteligible si se define qué es la certidumbre porque se trata de un concepto con carácter privativo. Una vez establecida la certidumbre como el estado mental de máxima seguridad en el juicio alcanzable, positivo o negativo, todo lo demás es incertidumbre. Si no hay incertidumbre, hay certidumbre, y al revés, pero no pueden darse ambos estados a la vez, en la realidad, como estados mentales posibles en un individuo en un momento dado y respecto a lo mismo.

Los principios de la epistemología de la tradición aristotélico-tomista establecen lo siguiente (Vernaux, 1971, páginas 124–129):

- La verdad lógica es bivalente: no hay grados porque su último fundamento es la existencia. La verdad lógica es indivisible: con respecto a un juicio determinado no hay término medio entre su ajuste a la realidad o su no ajuste.
- La verdad lógica existe en la inteligencia.
- La verdad lógica (o su opuesto, el error lógico) sólo existen en la mente, cuando se formula un juicio sobre la realidad. La unión entre los términos que configuran un juicio (sujeto y predicado) tiene un sentido existencial, es decir, se trata de una unión real. De este modo, el juicio tiene una dimensión reflexiva que percibe la conformidad de lo enunciado a la realidad, al ser o al no ser.

Por tanto, cualquier cosa pensada como real, dudosa, rechazada o imaginada está referida a la existencia, en última instancia. Si decimos que una quimera no existe, hacemos una afirmación fundamentada en la existencia.

5.2.1 Distinguiendo la certeza de la incertidumbre

Como ya hemos dicho, no respeta el principio de no contradicción la más que frecuente confusión entre los términos certeza e incertidumbre, no sólo en el lenguaje coloquial sino en el uso del lenguaje de forma generalizada. El concepto de incertidumbre es un concepto negativo. Podemos calificarlo así porque parte de la base de la existencia de un concepto positivo antagonista: el de certidumbre, que entraña una perfección. No podríamos hablar de la oscuridad si no conociéramos la claridad, o de la maldad si no conociéramos la bondad, o de la fealdad si no conociéramos la belleza. Los conceptos positivos significan perfecciones y los negativos imperfecciones o carencias.

La perfección que podemos ver en la certeza está relacionada con la percepción subjetiva de que nuestra inteligencia ha conseguido su objetivo al intentar conocer la realidad mediante un acto que denominamos juicio. En el juicio percibimos la correspondencia entre lo pensado y lo existente conocido, y la certeza tiene que ver con un estado mental relacionado con alcanzar la perfección de ese acto. Que la mente perciba certeza, es decir, que perciba la perfección del acto judicial, no significa que no pueda llegar a ser una percepción errónea. Puede ser errónea porque esa percepción es subjetiva.

El profesor Millán Puelles explica en (Millán, 2002, página 116): *“la palabra certeza deriva de certitudo, sustantivo latino que quiere decir “firmeza”. En latín, el término firmitas significa*

“estabilidad”, “solidez”, “permanencia”, (lo opuesto a vacilación o fluctuación); pero, en cambio, certare tiene la significación de “disputar” (de ahí la palabra “certamen”), y certum significa, en ocasiones, “lo decidido o resuelto después de alguna disputa”. Como equivalente de certeza suele usarse la voz “seguridad”, que etimológicamente significa exclusión de preocupación o de cuidado (cura) y, por ende, exención o falta de temor. En este sentido, la seguridad es un estado que sólo se puede dar en los seres capaces de conocimiento y de apetito. En el caso del hombre, y debido a que éste, además de unas facultades sensoriales, también tiene una potencia intelectual, cabe un temor especial, que es el temor al error. El animal irracional no lo padece, porque en él no se da el concepto de lo falso, como tampoco el de lo verdadero, ni ningún otro concepto. La exclusión del temor a errar es la certeza como situación de la mente...”.

Por consiguiente, la mente no puede estar, al mismo tiempo, en dos estados contradictorios entre sí, en lo concerniente a la verdad de un juicio: o bien se encuentra en el estado de certeza, o bien se encuentra en el estado de incertidumbre.

Podemos reconocer, sin embargo, distintos tipos de certeza en función del tipo de razonamiento que el ser humano es capaz de realizar: deductivo o inductivo. Considerando el último y teniendo en cuenta la fuerza de las leyes que constituyen las premisas de un silogismo, podemos distinguir una ley de la naturaleza de una ley en el orden moral.

Los filósofos clásicos distinguieron entre las siguientes certezas:

- a) Metafísicas o absolutas: las derivadas de las leyes del ser que son absolutamente necesarias como los primeros principios de no contradicción o el de identidad; las de las leyes matemáticas; la intuición de hechos simples como ser conscientes de nuestra existencia; o las alcanzadas a través de la evidencia sensible.
- b) Físicas, condicionales o hipotéticas: las leyes conocidas en las ciencias experimentales, que no pueden pasar de ser, estrictamente, opiniones, debido a la naturaleza inductiva de la inferencia realizada.
- c) Morales: las leyes en el orden ético-social, las cuales no son tan necesarias como las del orden natural porque los hombres son libres. Esta clase de certeza tampoco puede pasar de ser, estrictamente, una opinión.

Así delimitaban, de mayor a menor fuerza de ley, tres grandes tipos de certeza. No es contradictorio hablar de diferentes tipos de certeza en este sentido: la verdad de las premisas en las ciencias descritas no es comparable, pero en cada tipo de conocimiento existe la posibilidad de llegar a un máximo de certeza de acuerdo a las leyes que las rigen. Sin duda, estrictamente hablando, el concepto de certeza sólo podría ser aplicable a las certezas metafísicas, pero analógicamente lo aplicamos a las demás al distinguir los niveles de conocimiento de la realidad que los seres humanos somos capaces de alcanzar en las referidas agrupaciones de ciencias de acuerdo con sus métodos.

El filósofo español De Torre, en su obra *Filosofía Cristiana*, resalta la relevancia de la explicación de Santo Tomás de Aquino cuando diferencia la filosofía de otras ciencias de acuerdo con el grado de elevación de sus objetos sobre la materia (De Torre, 1980, páginas 44–45). Materia es el término que utiliza el Aquinate para designar el mundo que perciben nuestros sentidos. La primera característica de ese mundo es que está en continuo cambio. Pero la ciencia, en su aspiración de llegar a ser conocimiento de la realidad, busca un conocimiento estable, verdadero, permanente, válido y exacto. Como la materia está en continuo cambio, el conocimiento científico ha de *elevarse sobre la materia*. Las ciencias experimentales tratan de descubrir patrones, así como leyes universales y estables en el mundo corpóreo. A este nivel de conocimiento de la realidad no es tan interesante estudiar características de individuos aislados (normalmente variables) como características de las especies (universales y permanentes).

Un segundo nivel de elevación sobre la materia es el relacionado con el estudio de los entes, que aunque no puedan existir sin la materia, puedan ser pensados sin la materia. En este nivel encuadramos las cantidades o dimensiones abstractas, tanto las continuas (líneas, superficies, volúmenes) como las discretas (números).

La cantidad, como accidente aristotélico, no puede existir sin la materia, pero puede ser pensada sin la materia. La ciencia de las cantidades abstractas se llama matemáticas. Como esta ciencia está situada en un nivel de abstracción más alto que las ciencias experimentales, sus postulados y leyes son más ciertos y exactos que los de esas ciencias.

Es posible alcanzar certeza, en esos casos, y es incluso válido hablar de jerarquía en la fuerza de la verdad de un juicio en la mente dependiendo del tipo de certeza: primeramente, la metafísica, luego la física, y finalmente la moral. Este tipo de ajuste en la fuerza de la certeza se denomina técnicamente “relevancia epistemológica” o “calidad de la certeza”.

Cuando en las disciplinas forenses se habla de “grados de certeza”, no se utiliza la distinción referida, propia de especialistas en epistemología, sino que incurren en una metonimia, que es un fenómeno lingüístico consistente en un cambio semántico por el que se designa a una cosa o idea con el nombre de otra, sirviéndose de alguna relación semántica existente entre ellas. El concepto de “certeza” sustituye al concepto “incertidumbre”. Mientras el último es capaz de graduación, el primero no. Cuando se llega al estado de certeza, caracterizado por la ausencia del temor a errar, no hay lugar para la incertidumbre. Si se subsume el concepto de incertidumbre en el de certidumbre es cuando cobra sentido hablar de graduación en la certidumbre, pero eso conllevaría dejar sin significado específico al concepto de certeza. El concepto de incertidumbre lleva implícito el temor a errar porque, precisamente, no se percibe la certeza en la mente.

La metonimia que se percibe puede describirse diciendo que una parte de los posibles estados mentales tras la formulación de un juicio - la certeza -, se considera como un todo – se subsume la incertidumbre en la certeza y, por tanto, todos los estados mentales posibles tras la formulación de un juicio -, produciéndose un tipo especial de metonimia que se denomina sinécdoque.

Uno de los principios más conocidos en derecho procesal penal es el que se expresa mediante el aforismo latino: *in dubio pro reo*. En este caso, la duda está vinculada con una toma de decisión.

Ya hemos señalado que el estado de duda puede presentarse cuando la mente no está determinada cuando juzga sobre la veracidad de un enunciado (no ha percibido evidencia), o sobre la ocurrencia de un suceso, o en la toma de una decisión. El estado mental de duda se caracteriza, en primer lugar, por una ausencia de determinación para prestar un asentimiento a un juicio, pero en eso coincide con el estado mental de incertidumbre. Lo que diferencia a la duda de la incertidumbre es que una muy específica clase de incertidumbre: la máxima posible. Por ejemplo, si en una toma de decisión hubiera un número finito de elecciones posibles, habría duda en la mente si fueran todas equiprobables. Si la mente percibiera algunas con más probabilidad que otras, no cabría, estrictamente, hablar de duda sino de mayor o menor incertidumbre. Eso es lo coherente con el significado de los términos.

Cuando la duda se relaciona con la emisión de un juicio, se dice que el juicio queda suspendido (al igual que el asentimiento al juicio). Si el contexto en el que nos encontramos es la toma de decisión de un Juez en un Tribunal, el Juez no tendría argumentos para considerar más probable que otras ninguna de las opciones que baraje como posible explicación sobre lo que tiene que pronunciarse (por ejemplo, si un sospechoso es inocente o culpable de la comisión de un delito).

Sin embargo, el aforismo *in dubio pro reo* es mayoritariamente entendido como si se expresara que en el caso de que el Tribunal tuviera alguna duda sobre la culpabilidad del sospechoso (entendiendo

la duda como si pudiera ser mayor o menor, es decir, graduable y que el Tribunal pudiera determinar su medida a modo de estándar de prueba), debiera emitir un veredicto de inocencia. Lo mismo sucede con el aforismo “*más allá de la duda razonable*”, en el que se percibe que la duda pudiera ser objeto de medición.

Claramente nos encontramos con otro caso de metonimia, y en otro caso de sinécdoque en el que el concepto de duda subsume – en este caso, parcialmente - al concepto de incertidumbre.

El aforismo latino *in dubio pro reo* es verdadero, en plenitud, desde la perspectiva del derecho a la presunción de inocencia, si el término “duda” se interpreta desde su significado estrictamente escéptico, pirrónico: si hay indeterminación en el juicio, el Tribunal debe emitir un veredicto de inocencia.

Si en lugar de duda hay incertidumbre, el Tribunal sopesa las hipótesis de las partes en litigio y aplica el denominado “estándar de prueba”. En este caso, el aforismo *in dubio pro reo* no puede entenderse desde la etimología de sus términos en sentido estricto. Se utiliza una metonimia lingüística por la que el concepto de duda subsume al de incertidumbre, parcialmente.

En el lenguaje coloquial utilizamos expresiones como “no me cabe la menor duda” o “tengo una pequeña duda”, en las que se vislumbra también la metonimia.

Existe un tercer grado de abstracción sobre la materia que estudia tanto los seres que pueden existir sin la materia como los seres pensados sin materia. Este es el nivel de conocimiento que se denomina “trascendental”, el nivel del ser. En este nivel es posible estudiar lo inmaterial. Los conceptos metafísicos se engloban en él y, por tanto, es el que permite que el ser humano pueda estudiar la realidad desde sus últimas causas. Para el estudio de la incertidumbre es importante al estar relacionado con la vida psíquica humana, concretamente con el uso de la facultad intelectual, una facultad inmaterial que interactúa con el resto de las facultades humanas de conocimiento.

Aristóteles definió los conceptos opuestos como “*aquellos que significan atributos que no pueden inherir en el mismo sujeto al mismo tiempo*” (Aristóteles, 1970). Y distinguió cuatro tipos de oposición: contradictoria, privativa, contraria, y relativa.

La oposición contradictoria aparece cuando un concepto es justamente negación de otro. Esta oposición es la raíz de todas las demás porque todas suponen que un concepto no puede ser, a la vez, su opuesto. No es difícil ver en este razonamiento la aplicación del principio de no contradicción, tanto en la realidad como en el conocimiento de la realidad. Por ejemplo: animal / no animal; blanco / no blanco, etc.

La oposición privativa es la negación de una característica debida al sujeto. Por ejemplo: verdadero / falso; bueno / malo; etc.

La oposición contraria aparece cuando son *formas* del mismo tipo. Ambas formas implican una determinada perfección y permiten grados intermedios. Por ejemplo: frío / calor; húmedo / seco; etc.

La oposición relativa se da entre dos conceptos positivos mutuamente excluyentes e interdependientes. Por ejemplo: padre / hijo; causa / efecto; etc.

¿Qué tipo de oposición existe entre la certeza y la incertidumbre? Lo primero que podemos decir es que son conceptos opuestos porque entre ellos se da la oposición contradictoria: certeza es no incertidumbre e incertidumbre es no certeza. Pero eso no caracteriza el tipo específico de oposición porque todas las oposiciones son contradictorias, como ya hemos visto.

Como la inteligencia tiende, de modo natural, a conocer la realidad, tiende a conseguir el estado de certeza tras sus juicios. Cuando aparece la incertidumbre se produce una privación de un estado debido tras un juicio. Por tanto, vemos que existe una oposición de privación. Sin embargo, en esa clase de oposición no estaba contemplada la posibilidad de existencia de grados, sólo en las oposiciones contrarias. También se percibe, claramente, que no encaja este último tipo de oposición si se aplica al par certeza / incertidumbre, porque la incertidumbre no es ninguna perfección sino una imperfección en el acto de conocimiento.

Por tanto, se trata de una oposición privativa graduable, es decir, se incumple la exigencia de que entre la perfección y la falta de esa perfección (por ejemplo, entre ver y ser ciego) no existan posibles grados intermedios.

La certeza no es graduable porque es una perfección. La incertidumbre sí lo es porque se trata del efecto, en la mente, de un acto de conocimiento imperfecto. Si nuestra capacidad cognoscitiva fuera perfecta, no habría nunca incertidumbre, pero la experiencia universal nos dice lo contrario. Está relacionada con el grado de firmeza con el que percibimos la veracidad de una afirmación o la ocurrencia de un suceso. A mayor convicción, menor incertidumbre, y viceversa.

La certeza está relacionada con la máxima convicción posible (positiva o negativa) para la inteligencia humana sobre la veracidad de un enunciado, la ocurrencia de un suceso o la toma de una decisión. No tiene sentido lógico alguno confundir los términos “certeza” e “incertidumbre”.

Los filósofos clásicos llamaban evidencia a la propiedad de lo conocido capaz de producir el estado mental de certeza. Si no es así, cuando lo conocido no es percibido con la mayor claridad posible para la inteligencia - que ocurre cuando nos parece evidente -, es decir, cuando lo conocido es percibido como algo posible o probable, nuestra inteligencia asiente el juicio con un grado de firmeza inferior al de la certeza.

Podemos hablar de diversos grados en la falta de certeza:

- a) La duda es la que refleja la falta de certeza en su mayor grado porque, en ese estado mental, no sabemos a qué atenernos, la incertidumbre es máxima. De hecho, a la duda se la define como la suspensión del juicio, porque entre asentir el juicio y no asentirlo no se percibe ventaja alguna.
- b) La conjetura es un estado intermedio entre la suspensión del juicio y su explícita formulación con asentimiento. Quizá un fácil ejemplo para captar su significado es el ejercicio que hace un investigador cuando baraja diversas hipótesis posibles como razones potencialmente explicativas de un suceso acaecido.
- c) La opinión es un juicio reservado, es decir, un juicio en el que se percibe temor a errar.

Por consiguiente, la incertidumbre es un estado mental que podemos describir como el efecto psicológico subjetivo, insatisfactorio, de una relación real o lógica entre el individuo que conoce y la cosa o idea conocida que se establece en el acto de conocimiento.

Aunque Lindley (Lindley, 2014) enfatiza, con numerosos ejemplos de muy diversa índole, que el fenómeno de la incertidumbre es un hecho familiar a cualquier ser humano, la epistemología general (Vernaux, 1971, páginas 137–138) subraya que la noción de certeza no es siempre bien comprendida. Veámoslo más detenidamente.

El asentimiento a un juicio puede producirse de dos formas:

- a) Que sea causado por lo conocido.

En este caso podemos distinguir dos situaciones:

a.1) que lo conocido lo sea de forma inmediata (*inteligencia*);

a.2) que lo conocido lo sea a través de algo más, como una demostración (*ciencia*) - hay dos tipos de demostraciones: *quia* o inductiva (de los efectos a las causas) y *propter quid* o deductiva (de las causas o naturaleza de algo a los efectos o propiedades) -.

b) Que sea imperado por la voluntad.

En este segundo caso, podemos distinguir, igualmente, dos situaciones:

b.1) que el juicio sea formulado con reservas (*opinión*) - por consiguiente, hay incertidumbre en nuestra mente -;

b.2) que el juicio se exprese en términos absolutos (*acto de fe*).

En todas las formas descritas de asentimiento cabe encuadrar la actuación de un perito. A modo de ejemplo se enumeran las siguientes:

a.1) lo que el especialista percibe en la inspección ocular.

a.2) demostración *quia* o inductiva (inducciones realizadas a partir de los resultados de los análisis llevados a cabo en los laboratorios con las muestras recogidas en la inspección ocular) y *propter quid* o deductiva (deducciones realizadas en el informe a partir de leyes o principios científicos) -.

b.1) conclusiones de informes de cotejos criminalísticos (*opinión*).

b.2) conjunto de teorías y principios científicos que el perito considera fiables y en los que se fundamenta para emitir sus conclusiones – no tiene sentido exigir al perito que conozca todas y cada una de esas teorías y principios de forma detallada como requisito ineludible para darles crédito - (*acto de fe*).

5.3 El proceso de intelección

Lo que se explica a continuación es un extracto de lo explicado en (De Torre, 1980, páginas 160–170).

Mientras que los sentidos perciben cualidades sensibles, la inteligencia puede conocer lo que las cosas son en sí mismas. El proceso de intelección abarca tres operaciones: (1) simple aprehensión, mediante la cual la inteligencia capta la esencia de las cosas; (2) el juicio, por el que se formulan enunciados (afirmaciones o negaciones); y (3) el raciocinio, por el que se extraen conclusiones de premisas.

La inteligencia, como facultad de conocimiento en potencia pasa al acto⁶⁹ cuando entra en contacto con la realidad. Tal contacto con la realidad lo hace a través de la simple aprehensión y del juicio. Con la primera produce conceptos y, con el segundo, compone o divide conceptos.

La sensibilidad humana se subdivide, tradicionalmente, en sentidos externos e internos. Entramos en contacto con la realidad a través de los sentidos externos. Con los sentidos internos no ocurre así y necesitan de la previa actuación de los sentidos externos para poder operar. Distinguimos cuatro sentidos internos: sensorio común (percepción), memoria, imaginación e instintos (cogitativa). Los

⁶⁹ Recibe el nombre de potencia la capacidad de tener una perfección y acto es cualquier perfección de un sujeto.

sentidos internos interactúan con los externos y la inteligencia, y son los que permiten a la inteligencia recibir información de la realidad.

Los instintos de los animales les permiten reaccionar, con emoción, ante las experiencias sensibles, considerándolas admisibles o inadmisibles. En ese proceso no hay pensamiento alguno. En los seres humanos reciben el nombre de cogitativa o razón particular, es decir, razón aplicada a lo que es individual o particular, porque es el área del conocimiento humano en la que se solapan la sensibilidad y la inteligencia.

Una vez que los sentidos son actuados por la realidad material, producen la experiencia sensible, que tradicionalmente se denominó “fantasma”, compuesta de sensaciones procedentes de los sentidos externos, pero también de las percepciones, imágenes y recuerdos de los sentidos internos. La inteligencia es actuada por el “fantasma”. No puede empezar a operar hasta que los sentidos no hayan alcanzado un determinado estado de desarrollo.

Los sentidos conocen cualidades sensibles y objetos, pero la inteligencia penetra en la esencia de las cosas, lo que hace que las cosas sean lo que son, su modo concreto de ser, lo cual es puramente inteligible, por tanto, inmaterial.

Todas las cualidades sensibles son accidentes - en sentido aristotélico - de las cosas, puesto que no pueden existir por sí mismas. De este modo, podemos conocer que la sustancia es el ser puramente inteligible que existe por sí mismo.

Por tanto, la inteligencia inquiere la esencia inteligible de las cosas pero necesita de la experiencia sensible para captar sus seres porque sin todo eso no entiende. Tanto el primer concepto de la inteligencia, el ser, como el primer juicio, que el ser no es el no ser, se producen a nivel de la experiencia sensible.

Lo que reciben los sentidos, lo recibe la inteligencia. No sólo hay receptividad en el proceso de conocimiento, sino también actividad, puesto que la inteligencia actúa sobre lo que le facilitan los sentidos, permitiéndole captar la esencia de las cosas.

El proceso mediante el cual la inteligencia va de lo sensible a lo inteligible se llama “proceso de abstracción”. El contenido de las formas⁷⁰ inteligibles que captamos a través de los sentidos externos ha de “separarse” de la materia individual. La inteligencia tiene aquí un papel activo que llamamos “intelecto agente”.

Las esencias materiales singulares, por el hecho de ser materiales, no son aptas para ser entendidas por la inteligencia, mientras que las esencias universales, a causa de su inmaterialidad, sí lo son. Las primeras son potencialmente inteligibles pero no por sí mismas, requieren de otra sustancia que las actúe, separándolas de la materia. Este es el papel del intelecto agente, una facultad de la inteligencia que permite explicar cómo se forman los conceptos universales.

La facultad de la inteligencia pasa de la potencia al acto cuando recibe una forma de lo que es inteligible. Esta inteligibilidad es, primeramente, una propiedad potencial de las cosas sensibles. Más tarde, la inteligencia es actuada en el proceso de abstracción mediante el cual capta la inteligibilidad de las cosas sensibles.

⁷⁰ Los entes finitos – las cosas - se componen de materia y forma. La materia es pura indeterminación y principio de individuación. La forma configura la materia y dota al ente finito de su acto de ser. Uno y otro principio del ente finito no pueden existir por separado. Sin embargo, la inteligencia, mediante el intelecto agente, logra intencionalmente realizar esa separación, permitiendo a la inteligencia captar la esencia de las cosas.

El intelecto agente actúa como una luz que ilumina la forma inteligible. La inteligencia, además, posee el intelecto receptivo o posible que es el necesario para realizar el acto de entender por la inteligencia. Las formas inteligibles iluminadas por el intelecto agente se imprimen en el intelecto receptivo o posible (a las formas impresas se les llama “especies impresas”), almacenándose en la memoria intelectual. Las especies inteligibles también reciben el nombre de “especies intencionales”.

Por tanto, el acto de entender es el acto de dos potencias: (1) la potencia de la cosa que quiere conocerse por la inteligencia, llamada “potencia pasiva”, y (2) la potencia de la inteligencia para conocer la cosa, que se llama “potencia activa”.

Iniciamente, la inteligencia es una facultad pasiva y necesita ser actuada por varias formas o especies inteligibles para alcanzar su objeto, en última instancia. Ninguna especie intencional particular nos puede aportar toda la realidad que se halla en lo conocido. La inteligencia necesita generar un proceso en el que resulta informada por multitud de especies relacionadas con la misma cosa. Esta radical dependencia de la inteligencia respecto de la realidad es la clave de la teoría realista del conocimiento.

Las especies impresas o intelectuales que actúan el intelecto posible capacitan a la inteligencia para que exprese una palabra mental que llamamos “concepto” o “especie expresa”. Ambas especies, la impresa y la expresa, son el medio a través del cual la inteligencia es capaz de captar la realidad. Esta es la teoría del conocimiento clásica cuyo autor es Aristóteles.

Para explicar esta teoría aristotélica ha sido frecuente el uso del ejemplo del cristal exterior de una casa y el de un espejo situado en su interior. La luz penetra en la casa por el cristal exterior, permitiendo que lo que hay fuera de la casa pueda ser visto en el espejo interior. La especie impresa es simulada por el cristal exterior y la expresa por la imagen reflejada en el espejo. En ambos casos, las especies son signos de la realidad que significan. El filósofo De Torre explica este proceso diciendo que la realidad actúa a la inteligencia, la fertiliza, y el fruto final del proceso es el concepto.

Pero el ejemplo no debe hacernos creer que el concepto es similar a una imagen sensible. Una imagen sensible es un accidente (aristotélico) sensible, individual y material. El concepto, sin embargo, es inteligible, inmaterial y universal. Están relacionados porque la inteligencia engendra el concepto a partir de imágenes sensibles, pero no son lo mismo.

Sin embargo, las teorías sensistas del conocimiento reducen los objetos del conocimiento humano a meras sensaciones más o menos complejas. En esta línea argumental, el intelecto agente carece de función alguna, pierde su razón de ser. Si las esencias corpóreas universales no son cognoscibles, la existencia del intelecto agente, responsable de esa función, no tiene sentido. En esas teorías, los conceptos universales se reducen a puras imágenes y, de este modo, no es posible explicar cómo las propiedades de ciertos objetos de conocimiento que llamamos “universales” pueden atribuirse a una pluralidad de cosas.

Por otro lado, las teorías intelectualistas del conocimiento omiten la mediación del conocimiento sensible. Creen que la inteligencia es capaz, por sí misma, de captar los universales directamente.

Una vez que la especie impresa actúa el entendimiento pasivo, éste lleva a cabo la operación del conocimiento: la forma queda manifiesta ante la mente, siendo la especie impresa una semejanza de la forma de la realidad conocida. Lo que se conoce, finalmente, es la forma, no la especie impresa. La forma es la que determina a la mente.

Para entender la esencia de una cosa real y que pueda generarse un concepto, la inteligencia ha de quedar determinada por la forma conocida. Así, para generar el concepto de elefante, la inteligencia

ha de quedar “elefantizada”. Este ejemplo que parece un despropósito es lo que intentaremos explicar a continuación.

5.3.1 Acto de conocimiento y objeto intencional

Conocer es un acto perfecto porque consigue su fin: “vemos y hemos visto, ..., pensamos y hemos pensado,” como dice Aristóteles en su tratado de la Primera Filosofía (Aristóteles, *Metafísica*, IX, 6, 1048b 18–35). Como explica Corazón: “*para conocer, por tanto, no hay que hacer otra cosa previa, no hace falta usar medios o realizar operaciones o movimientos transitivos, sino directa e inmediatamente se conoce*”, y este autor enfatiza: “*lo que Aristóteles ha descrito es el acto mismo de conocer, no lo que la persona que lo va a ejercer tenga que hacer para lograrlo. Por eso distingue también entre pensar y aprender; aprender requiere tiempo y puede no lograr su fin. Pensar, por el contrario, es acto perfecto.*” (Corazón, 2002, páginas 48–49).

Conocer es *poseer*; es decir, no podemos decir que hemos visto y que no hemos visto al mismo tiempo, que hemos conocido algo y que no hemos conocido algo al mismo tiempo; es decir, como Corazón subraya: “*no puede haber acto sin objeto, y objeto sin acto*” (Corazón, 2002, página 49). Objeto no es sinónimo de cosa sino lo que viene a la mente de la persona que conoce, lo que tiene la persona frente a ella (ob-iectum). Llano clarifica: “*La objetividad es el status gnoseológico que las cosas conocidas adquieren en cuanto que son conocidas – o pueden serlo – según su realidad propia. No es, por tanto, una dimensión real...*” (Llano, 1991, páginas 36–37).

La aprehensión del acto de conocer es intencional; es decir, lo que se aprehende es el objeto. En la medida que se aprehende el objeto, algo se conoce. Aristóteles expresa bien que el objeto pensado no es otra cosa que el acto de conocer en sí mismo: “*lo entendido en acto es el entendimiento en acto.*” (Aristóteles, *De Anima*, III, 7, 431a 1 s). Al decir esto, asevera que conocer en acto es conocer algo, no que lo conocido sea el acto de conocer. Corazón subraya: “*los actos no son acciones transitivas, no tienen necesidad de fabricar o constituir «lo conocido», sino que conocer (en acto) se identifica con lo conocido.*” (Corazón, 2002, página 50).

Corazón clarifica lo siguiente: “*El objeto es un puro signo, un remitir sin significante (un puro significado sin significante)... Si el objeto constara de significante y significado se abriría un proceso infinito, pues el significante sería arbitrario y el significado habría que tomarlo de otra instancia anterior, salvo que con el nominalismo se afirme que las ideas (las intuiciones) son signos «naturales»*”. Más adelante dice: “*Cuando conocemos, conocemos realidades, no ideas; esto es así porque lo que llamamos ideas son los signos formales de los que estamos hablando. Conocer las propias ideas requiere, en cambio, centrar la atención en ellas prescindiendo de su significado.*” (Corazón, 2002, página 50), y la nota 7 al pie de página, situada al final de la mencionada frase, dice: “*El significante es el propio acto de entender, es decir, lo conocido en acto.*”

En otras palabras, la falta de una etapa intermedia entre el acto de conocer y lo que es conocido es un aspecto esencial de la intencionalidad. Lo que viene a la mente no son ideas o imágenes sino lo conocido. Como conocer es un acto perfecto, cuando la inteligencia conoce algo, alcanza su fin simultáneamente.

Corazón pone el dedo en la llaga cuando dice: “*En la filosofía moderna es frecuente entender el conocimiento como una relación entre el sujeto y el objeto, pero no es así. Quien conoce no es inmediatamente el sujeto del acto de conocer sino la facultad: la vista, el oído o la inteligencia, etc. Reducir la persona a un sujeto es un grave error. No somos una res cogitans, como dijo Descartes, porque la persona no se reduce al acto de pensar, y porque la persona no aparece en dicho acto. Poseer el fin significa que entre el acto y el objeto no hay algo intermedio, pues, en ese caso, lo poseído sería lo interpuesto.*” (Corazón, 2002, página 51).

Por consiguiente, *“Los términos ‘idea’, ‘especie’, ‘representación’, etc., son modos de nombrar el objeto poseído por la facultad (de conocimiento). Pero no es correcto ‘cosificarlos’ o ‘sustantivarlos’. Las ideas no son cosas que hay en el pensamiento, sino el conocimiento en acto. Como estos actos son múltiples, ninguno de ellos se identifica ni agota a la facultad...”* (Corazón, 2002, página 51, nota. 9).

La intencionalidad del conocimiento se pierde en la filosofía cartesiana porque lo que es conocido no es la realidad sino las ideas. El paso hacia la realidad lo hace a través del principio de causalidad, indirectamente. Como consecuencia de lo dicho, no podemos afirmar que podemos conocer la realidad directamente, es decir, conocer no tiene que ver con aprender qué son las cosas, sino con alcanzar una idea útil para vivir.

Para Kant, los objetos per se permanecen desconocidos porque solo somos capaces de percibir intuiciones, meras representaciones fenoménicas.

Las modernas teorías del conocimiento convierten la verdad en un producto de la razón, colocan la ciencia por encima de la metafísica, y sitúan al conocimiento como dependiente de necesidades vitales o decisiones arbitrarias de la voluntad.

Corazón hace una inteligente y profunda crítica del ‘subjetivismo’ que identifica con el ‘voluntarismo’. Asevera: *“Ante el conocimiento cabe siempre la actitud de sospecha, la duda acerca de su verdad. Cuando esta actitud se extiende a todo lo conocido, la voluntad toma a su cargo la tarea de controlar todos los contenidos de conciencia, los cuales han de pasar un examen, una aclaración, para ver si satisfacen o no el deseo de seguridad que el sujeto ha puesto como requisito previo para su admisión...”*, y concluye rotundo: *“En el fondo de las actitudes subjetivas hay un deseo de seguridad que antecede al conocimiento. Lo primero no es conocer sino estar seguro, evitar el error. Pero si como hemos visto, «lo conocido en acto es la inteligencia en acto», entonces hay que decir que quien adopta esa actitud ha renunciado a conocer, y se conforma solo con asegurarse a sí mismo. No con asegurarse de que lo conocido es verdadero, sino con asegurarse de que el objeto (no la realidad) no esconde nada que no haya sido examinado, no es confuso, y no defrauda las expectativas del sujeto. Las actitudes subjetivas sitúan a la voluntad por delante de la inteligencia: no basan la certeza en la evidencia sino al revés, consideran evidente lo que el sujeto admite como cierto.”* (Corazón, 2002, páginas 56–57).

Tal pretendida actitud subjetiva no es real, *“porque no cabe «adelantarse» al conocimiento, tener un conocimiento anterior a todo conocimiento, un conocimiento «del» propio conocimiento previo a empezar a conocer... Reflexionar, pensar sobre el pensar, es siempre algo posterior, algo que, por decirlo así, siempre llega tarde, ya que lo inmediato es conocer algo.”* (Corazón, 2002, página 57). De ese modo, el ser humano es un ser abierto a la realidad inmediatamente, no se abre a ella mediante una decisión voluntaria. Su acto de entendimiento es previo a cualquier acto voluntario.

Corazón concluye diciendo lo siguiente: *“El realismo metafísico se fundamenta en el realismo gnoseológico: lo conocido inmediatamente es la realidad, no el propio conocimiento, el cual se oculta para hacer presente lo conocido.”* (Corazón, 2002, página 58).

5.3.2 Crítica del conocimiento

La metafísica puede explicar el significado del conocimiento como demostración o expresión del ser ante nuestra capacidad intelectual. Considera que la facultad intelectual es apta para ser actuada por cualquier ser.

Podemos destacar dos elementos esenciales en cada acto de conocimiento: lo conocido (cualquier ser) y quien conoce (la facultad de la inteligencia). Ambos términos se entienden bajo su dimensión

más universal: el ser como algo común a todos los entes, y la mente como capaz de ser actuada por cada uno de ellos.

La cuestión clave que constituye el núcleo duro de lo que denominamos “crítica del conocimiento” es la siguiente: ¿nuestra mente es actuada por la realidad de las cosas? Si es así, ¿cómo podemos saberlo?

La facultad intelectual es capaz de hacerse cargo del conocimiento sensible y, además, pensar sobre sus propios actos de conocimiento. Todo eso prueba que la mente humana es capaz de alcanzar su propio fin, aunque sus juicios no son infalibles. Si no se admite lo que se acaba de decir, es decir, si se sostiene que la mente humana es incapaz de alcanzar la verdad y la certeza, no tiene sentido alguno utilizarla para medir su verdadero valor.

Cuando nos preguntamos si la mente ha comprendido, verdaderamente, lo que son las cosas en la realidad (si ha sido actuada por el ser de las cosas) nos preguntamos por el concepto de verdad lógica. Este concepto es diferente del concepto de verdad ontológica, que es una propiedad de los entes: su inteligibilidad.

La verdad lógica se define como la adecuación entre la mente con la realidad que puede aprehender. Es una con-formación. Cuando el juicio de la mente es verdadero, adquiere la misma forma que la cosa tiene en sí misma. Es una identificación formal o intencional. La mente y lo conocido son “intencionalmente” la misma cosa.

Para entender lo que se acaba de enunciar, es necesario recordar que los entes finitos están compuesto de materia y forma, siendo ambos principios constitutivos del ente finito absolutamente necesarios para su existencia. Cuando la inteligencia, mediante el proceso de abstracción, adquiere la forma de la cosa conocida y logra engendrar un concepto, evidentemente no la adquiere físicamente sino intencionalmente. La forma en la inteligencia es inmaterial y se logra captar gracias a la especie impresa que actúa el intelecto posible. La forma en la cosa es real aunque inmaterial, si bien su realidad no puede darse separada de la materia. Si se habla de con-formación es porque la inteligencia es capaz de captar la misma forma que la existente en la cosa conocida.

En el caso de los seres humanos, entes finitos, su composición de materia y forma es singular. La forma de los seres humanos es un alma espiritual, un principio de vida superior al vegetal y al animal, aunque comprende ambos tipos de vida. Es superior por las facultades intelectual y volitiva, por las cuales los hombre son inteligentes y libres.

Cuando la inteligencia capta la forma de una cosa, la forma de la facultad intelectual humana se configura con la de la cosa conocida. Una con-formación significa eso: la forma de la facultad de conocimiento y la forma de la cosa conocida se identifican. Pero para llegar a eso, la facultad intelectual humana necesita de las facultades de conocimiento sensorial y de los sentidos internos. Esas facultades de conocimiento de la vida animal, en contacto con la facultad de conocimiento de la vida espiritual, hacen posible que la inteligencia entienda lo que son las cosas a través de esa con-formación. Lo que la inteligencia entiende son las esencias de las cosas reales, sus modos de ser: capta los universales. Por eso, los conceptos se expresan mediante definiciones en el lenguaje humano.

La adecuación entre lo pensado y lo conocido, entre un concepto y su realidad extramental, es sólo cognoscible de una forma rigurosa y efectiva en la operación que llamamos juicio. Al emitir un juicio, expresamos la adecuación formalmente. Decimos que la adecuación la conocemos cuando, además de conocer los términos de la proposición, aprehendemos la especial relación entre ellos mediante el verbo ser, lo que conlleva que nuestra mente emita un juicio. Por eso se dice que la verdad lógica es una propiedad de un juicio, es decir, sólo en el juicio puede darse esa clase de verdad.

Siguiendo a Sanguineti, lo que se ha explicado anteriormente puede resumirse diciendo que los conceptos básicos se generan por abstracción a partir del conocimiento sensible (Sanguineti, 2007, página 36).

La inteligencia consigue captar, paso a paso, los aspectos inteligibles de las cosas a partir de los datos de experiencia. La psicología es la ciencia que estudia, en detalle, cómo se generan los conceptos (básicamente a través de la reflexión y la construcción). Los conceptos son abstractos porque significan una esencia abstraída de los singulares que la poseen. Decir que los conceptos son abstractos no significa que no sean cognoscibles. Podemos conocerlos en la medida en que la inteligencia, en el proceso de su generación, vuelve a la experiencia sensible (*conversio ad phantasmata*) y comprende los conceptos realizados en los singulares.

Abstraer supone considerar algunos aspectos de las cosas y dejar otras que, en la realidad, están juntas. Todos los conceptos son abstractos en el sentido de que dejan el singular desde donde se abstrae la esencia significada en esas nociones. Cuando referimos un concepto universal a un singular, enunciarnos su esencia. Los singulares son los únicos entes existentes, y las esencias expresan lo que la inteligencia es capaz de captar como común a todos ellos.

El nominalismo niega la existencia de esencias comunes en las cosas, niega la existencia real de los conceptos universales. Para los nominalistas solo existen individuos y propiedades de esos individuos. Afirman que las palabras comunes utilizadas en el lenguaje normal se justifican por economía mental, por la imposibilidad de nombrar a cada cosa con un nombre diferente.

Sólo son útiles para clasificar objetos más o menos similares. Piensan que tales similitudes son percibidas a partir de hechos repetidos en el pasado, y que no existe razón para puedan repetirse en el futuro. Por tanto, sólo los términos son universales para ellos porque puedan aplicarse a muchas cosas.

Sin embargo, las palabras comunes realmente expresan conceptos universales. Las palabras son signos de actos intelectivos y de un contenido que es entendido. Los conceptos son inmateriales y tienen un contenido mental concreto. Significan naturalezas reales: lo que expresan los conceptos de modo universal, existe en los singulares. Cuando nos preguntamos qué es una cosa, no nos referimos meramente a cómo la denominamos, aunque respondamos a la pregunta con un nombre. Si los nombres no expresaran lo que las cosas son, sólo podríamos referirnos a ellas para utilizarlas.

Sin embargo, no es esa la experiencia universal que los seres humanos tenemos cuando utilizamos los nombres, porque tratamos de saber lo que las cosas son espontáneamente. El cómo las llamemos es lo de menos porque depende del idioma que cada uno aprende, pero lo que nos importa es captar su significado, algo que nos permite a los seres humanos comunicarnos entre sí aunque hablemos idiomas diferentes.

Lo que las cosas son lo llamamos esencia. Cada cosa conocida tiene un peculiar modo de ser que la diferencia de los demás. La esencia es principio de diversidad. Pero para captar la esencia de las cosas reales necesitamos captar sus cualidades sensibles a través de los sentidos externos. Y en eso, también todos tenemos experiencia de que no basta una única experiencia sensible para entender qué es algo que está ante nuestros ojos. Necesitamos múltiples experiencias de ese tipo para comprender lo que percibimos. Cuando finalmente logramos comprender la esencia de algo, la nombramos para distinguirla de las demás realidades.

No está de más advertir que lo que los sentidos perciben no es la esencia de la cosa conocida sino sus cualidades sensibles. Se necesita abstraer la esencia inteligible de los entes finitos a partir de las determinaciones individuales de los singulares, que son accidentales y extrínsecas a la esencia, pero que están con ella en cada ente real.

La metafísica aristotélico-tomista del conocimiento enseña que la inducción es una forma de razonamiento capaz de alcanzar conclusiones universales a partir de proposiciones particulares o datos parciales. Podemos alcanzar una conclusión universal a partir de individuos que comparten la misma esencia. De esta forma, alcanzamos el nivel intelectual de conocimiento, el de los conceptos y verdades universales, pero partiendo del conocimiento sensible del mundo material. Este proceso de ir de lo sensorial a lo inteligible es lo que Aristóteles llamó inducción.

Por otra parte, Santo Tomás de Aquino distinguió dos actos de la razón en un juicio: (1) el que nos permite aprehender la verdad de algo; y (2) el asentimiento a lo aprehendido.

Corazón distingue, como consecuencia de lo dijo Santo Tomás de Aquino, entre 'el contenido de la proposición' y 'la fuerza asertiva' (Corazón, 2002, página 193). Lo hace porque le interesa subrayar que el asentimiento es conducido por la inteligencia, no por la voluntad, para evitar toda clase de voluntarismo en ese proceso. Aunque sea la voluntad la que asiente a un juicio, no lo hace sin la guía de la inteligencia.

Existen diferentes estados mentales posibles ante una proposición: certeza, duda, opinión y fe, y cada uno se caracteriza por diferente fuerza asertiva con respecto a la veracidad del contenido de una proposición. La decisión voluntaria para aceptar la verdad es indispensable para actuar, porque la voluntad puede asentir un juicio sin tener en cuenta la verdad que la inteligencia percibe en él.

La verdad, la certeza, la duda y la evidencia sólo ocurren en el juicio, nunca en los conceptos. No es cierto – como comenta Corazón en la obra citada – que haya, por un lado, ideas claras y distintas y, por otro, ideas oscuras y confusas. Las ideas son lo que son, o son conocidas o desconocidas, pero no existe estado intermedio. Otra cosa es que el que conoce quiera conocer más.

Con respecto al asentimiento, la evidencia en los juicios se vincula a su dependencia de los "principios". Los primeros principios son evidentes por sí mismos, y los juicios basados en ellos, también. Si los principios pertenecen a una ciencia, son hipotéticos (por defecto), y las conclusiones, aunque sean rigurosas desde la lógica, son tan hipotéticas como los principios.

Cuando aseveramos algo sin el apoyo de los principios, las conclusiones no pueden ser ciertas (distinguiendo epistemológicamente los diversos tipos de certeza), y por eso la inteligencia no puede asentir al juicio sin el auxilio de la voluntad. En ese caso, la fuerza asertiva no viene dada por la inteligencia en exclusiva pero sólo la inteligencia percibe el grado de correspondencia entre lo pensado y lo conocido.

5.4 Principio de causalidad

La tradición aristotélico-tomista entiende el principio de causalidad como dinámica del ser: la mutua influencia entre los seres mediante la causación. El ser de las cosas les permite obrar (*agere sequitur esse*) y, por tanto, influir en el ser de las demás cosas actuando sobre ellas o en su llegar a ser.

La existencia de la causalidad en la realidad, tal y como ha sido definida, es evidente para cualquier inteligencia. Las nociones de causa y efecto son innatas a los seres humanos en sus experiencias ordinarias, fundamentalmente respecto a la denominada causa eficiente, que tiene que ver con el obrar humano, aunque no exclusivamente (Alvira et al., 2001, 197-199):

- Experiencia externa⁷¹: distinguimos bien la sucesión temporal de sucesos de la causalidad. No consideramos una pura sucesión temporal de sucesos el hecho de que el verano siga al invierno, sino que sabemos que la sucesión de estaciones está causada por el movimiento de los astros.
- Experiencia interna: somos conscientes del poder de nuestra voluntad sobre nuestras potencias o facultades internas (memoria, imaginación, capacidad discursiva, etc.).
- Experiencia interna-externa: somos conscientes del influjo de nuestras acciones sobre las cosas o personas que nos rodean y viceversa.

En las ciencias experimentales, el concepto de causa está unido a una sucesión temporal, pero eso no ocurre en muchos otros órdenes de la realidad. Si queremos entender la causalidad en la unión del alma y del cuerpo de cualquier ser humano vivo necesitamos las categorías filosóficas de causa material y formal. En ese tipo de unión real, la causalidad eficiente, ligada al obrar, no tiene aplicación.

Si queremos entender el obrar humano inteligente, tampoco es suficiente la causalidad eficiente porque la actividad de la conciencia humana, a la que llamamos causa final, precede temporalmente al obrar propio de la causalidad eficiente. Sin un fin previo, no habría acción subsiguiente.

No tiene sentido demostrar la existencia de la causalidad porque termina siempre imponiéndose a la inteligencia por sí misma. El fundamento de esa realidad es el ser: lo que es, puede causar. Por tanto, desde la filosofía del ser no tiene sentido estudiar el principio de causalidad sin comprender primeramente la noción de ser. No es posible entender la causalidad sin conocer algunos seres, porque la causalidad se predica de cosas que llamamos “causas”, y afecta a otras cosas que llamamos “efectos”.

Las nociones de causa y efecto se necesitan entre sí. Se entienden por referencia de una a la otra. Lo que es causa, es causa de algo, que llamamos efecto. Y lo que es efecto, es efecto de algo, que llamamos causa. El efecto es siempre dependiente de la causa: la relación causa-efecto es una relación real, aunque cabe que sea sólo de razón cuando esté basada en el ser (por ejemplo, el ser de Dios con respecto al ser de las criaturas). La interdependencia de la causa y el efecto en las cosas recibe el nombre de “principio de causalidad”.

Millán Puelles explica que *“el más propio y riguroso significado del término causa es el que se establece mediante consecutivas determinaciones de la noción de ‘principio’”* (Millan, 2002, página 75).

Hume entendió el concepto de causa como una sucesión temporal de fenómenos. Esta idea de Hume se explica por su empirismo, que considera la realidad, exclusivamente, como un conjunto de datos de experiencia. Sin embargo, en la filosofía del ser, en la noción de causa hay una subordinación del efecto a la causa en el orden del ser o del llegar a ser. El hecho de que esta forma de entender la causa sea compatible con la sucesión temporal en el ámbito de las ciencias empíricas no implica que avale la tesis de Hume, porque para él la sucesión temporal es la clave que explica la relación causa-efecto.

⁷¹ A. Millán (Millán, 2002, página 81) afirma que: “... el uso que del principio de causalidad se debe hacer cuando se trata de seres exteriores y solamente de ellos no es una asunto ontológico, sino una cuestión metodológica, que se resuelve, cuando la experiencia lo permite, aplicando las leyes de la inducción y teniendo presentes todas las condiciones necesarias para no proceder sin fundamento. En los casos en los que no hay base suficiente para hacer la inducción de una manera lícita, el principio de causalidad conserva su validez. ‘Ser efecto’ no equivale, en modo alguno, a ‘ser conocido como efecto’, por la misma razón por la que el ‘ser’ no equivale a ‘ser conocido’”.

Millán Puelles, en su obra *Léxico Filosófico*, analiza el significado de los términos causa y efecto y empieza por destacar que la causa no es siempre un dato de experiencia. Aunque es frecuente que tenga que inferirse a partir de datos empíricos, hay ocasiones en que habiendo datos y habiéndose ejercido las necesarias inferencias no se consigue saber cuál es, y eso no significa que no exista.

Hume niega la validez del concepto de causa clásico porque, en su opinión, la experiencia no puede confirmarla. Lo que los clásicos llaman causa es, para él, una mera impresión sensorial por la cual esperamos que le siga otra impresión semejante. La razón de esa esperanza es la fuerza del hábito. Hume no halla razón lógica alguna en tal esperanza. Enfatiza que la experiencia no puede garantizar que lo que observamos ahora, podamos observarlo en el futuro.

Millán Puelles distingue tres aspectos en el pensamiento de Hume sobre el concepto de causa (Millan, 2002, páginas 79–80):

a) La idea de causa, en sí misma:

En el lenguaje común, el término “causa” no sólo significa impresión sensible. No sólo está unido a disponer de datos empíricos, en un momento dado o en el futuro. Además, la idea de causa no es, en sí misma, un dato empírico. Podemos percibir algo sensorialmente, que sea una causa, pero no *que tal cosa sea una causa*, del mismo modo que *tener un cuerpo* no es sensorialmente perceptible, aunque aquellos seres que lo tienen, sí lo son. Hume es nominalista porque es empirista.

Las palabras son comunes o universales por sus significados, no por lo que materialmente son: son universales semánticos. Un acto de entendimiento cuyo objeto es un individuo de una determinada clase no es universal, en sí mismo. Eso es lo que se hace cuando se asocia un significado a una determinada palabra. Cada acto y el hecho de asociar un significado a una palabra es algo individual, en sí mismo. Lo que es universal en un acto de entendimiento no es el acto en sí, sino lo que representa: algo abstracto que no es exclusivo de un individuo de una clase, sino de todos sus miembros, universalmente.

La diferencia entre los universales semánticos y los representativos es que los primeros son meras palabras y los segundos actos mentales. La filosofía del ser resalta que los seres reales son individuales, pero también que las esencias abstractas son reales en los singulares.

Para Hume, las ideas generales e imágenes formadas en la mente no proceden de los singulares. No admite que haya inducción de lo particular a lo universal porque, para él, las ideas son siempre particulares. Las consideramos generales o universales por evocación, en la mente, de ideas particulares similares. Se trata de un fenómeno de asociación de ideas, nada más. Su nexo de unión es meramente psicológico y les damos el mismo nombre sin tener en cuenta diferencia alguna entre ellas. Gracias a esa asociación, evocación o memoria, costumbre o hábito, cuando un objeto se presenta a nuestra mente, su imagen individual recibe el mismo nombre.

b) La génesis de la idea de causa:

El ser de la causa, aunque sensorialmente imperceptible, puede captarse intelectualmente mediante abstracción, cuyo punto de partida viene dado por ciertos hechos simples y conocidos relacionados con nuestra experiencia. La idea de causa se obtiene, mediante abstracción, a partir de esos hechos.

c) La cuestión de su aplicación:

Si Hume atribuye a la fuerza del hábito la esperanza de impresiones sensoriales secuenciales, el hábito es su causa. Se produce un pensamiento circular: el hábito explica la causalidad y la causalidad es explicada por el hábito.

La filosofía del ser demuestra el principio de causalidad a partir de un argumento deductivo que se apoya en la idea de “llegar a ser”: entidades inicialmente inexistentes que llegan a ser, posteriormente, y que deben esa existencia a otros seres, es decir, han sido causados para existir.

La necesidad del ser causado se infiere del hecho de ser y de la posibilidad de no ser. Esta última se infiere del hecho de no haber existido. El razonamiento deductivo que permite demostrar el principio de causalidad es el siguiente:

Lo que llega a ser, puede no ser, porque no existió.
Lo que puede no ser, y, sin embargo, es, no es por sí mismo,
pues si hubiera existido por sí mismo, no le habría faltado lo necesario para ser.
Por tanto, lo que llega a ser es dependiente de otro, es decir, es causado.

En este razonamiento se hace una inferencia que llamamos “silogismo”. Reorganizando las frases para que pueda advertirse, más fácilmente, la estructura del silogismo, podemos razonar del siguiente modo:

En un silogismo categórico hay tres términos: el mayor, el menor y el denominado término medio, que sirve de enlace entre las premisas, y, finalmente, la conclusión. Aristóteles descubrió las reglas que aseguran un correcto razonamiento silogístico. Las premisas han de ser ciertas si aspiramos a que la conclusión también lo sea siguiendo las reglas de la lógica aristotélica.

En nuestro caso, el término menor es la siguiente proposición: “Lo que llega a ser” (la representamos mediante la letra ‘A’) y el mayor “ser dependiente de otro” (representado mediante la letra ‘C’). La conclusión es esta: “Lo que llega a ser, es dependiente de otro” (es decir, A es C). El término medio es la siguiente proposición: “Lo que puede no ser” (representado mediante la letra ‘B’).

Por tanto:

A es B: “Lo que llega a ser, es lo que puede no ser”
B es C: “Lo que puede no ser, es dependiente de otro”
A es C: “Lo que llega a ser, es dependiente de otro”

Lo que se prueba con este silogismo no es que todo ser es causado sino que el concepto de “lo que llega a ser” no es lo mismo que el concepto de ser: ser no es igual que ser causado, aunque “lo que llega a ser” es lo mismo que “ser causado”. Por tanto, el concepto de ser engloba la posibilidad de “ser por sí mismo”.

El concepto de Hume de *causa sui* es contradictorio – afirma Millán en la voz de su obra citada -. Para que un ser sea causa de sí mismo tiene que ser y no ser al mismo tiempo: lo primero para poder causar, y lo segundo para poder ser causado. Se infringe el principio de no contradicción.

Por otro lado, el concepto de ser necesario no es contradictorio porque no hay razón para aceptar que toda existencia sea, obligatoriamente, contingente. Si Hume no acepta que pueda existir un ser necesario es porque restringe la realidad a lo que es objeto de experiencia. No es lo mismo existir que existir sin necesidad, o existir sin causa. Lo que existe sin causa, existe por sí mismo, es decir, existe necesariamente.

Aunque el principio de causalidad es necesario para entender y fundamentar racionalmente por qué los científicos buscan explicaciones racionales en la realidad que estudian con su metodología, es decir, para entender y fundamentar racionalmente la propia ciencia experimental y su actividad, el estudio específico de la realidad desde la ciencia experimental es estrictamente metodológico, no ontológico. Los científicos tienen en cuenta la experiencia, planifican y ejecutan experimentos controlados, y aplican las leyes de la inducción considerando las condiciones necesarias que les influyen para no proceder sin fundamento. Así se expresa Millán, no sin precisar que, en el supuesto de que no se encuentre base racional suficiente para realizar una inducción correctamente, eso no significa, en absoluto, que el principio de causalidad no sea válido. Afirma: “ser un efecto” no es lo mismo que “ser conocido como efecto”, al igual que “ser” no es lo mismo que “ser conocido”.

Millán estudia el concepto de causa en Kant y observa las siguientes diferencias entre el filósofo alemán y los postulados racionalistas y empiristas que critica en su obra *Crítica de la Razón Pura*:

- a) Kant es consciente de la realidad supra-empírica del concepto de causa.
- b) Incluye el concepto de subordinación entre la causa y el efecto, por lo que no acepta la tesis de Hume de que se trata de una mera sucesión temporal.

Sin embargo, Kant es inmanentista y su concepción de los conceptos se restringe a considerarlos enlaces útiles entre fenómenos. En lugar de que refieran algo real, refieren sólo unos fenómenos con otros. El “fenómeno” para Kant es algo meramente mental, formas exclusivas de la mente, resultados de la acción de las cosas sobre nuestra sensibilidad. Kant sólo admite que la causa puede servir para ordenar fenómenos mentales desde un punto de vista temporal. El concepto de causa no sirve para comprender las cosas tal y como son en sí mismas. El principio de causalidad queda reducido a considerarlo válido sólo como un principio interfenoménico, presuponiendo el tiempo como una condición necesaria para su utilidad.

Kant no acepta que el concepto de causa puede ser abstraído a partir de datos empíricos. Como niega esa posibilidad, al igual que Hume, se ve forzado al escepticismo. Millán sostiene que no existe argumento filosófico alguno que invalide o contradiga el valor de un dato inmediato obtenido mediante nuestra experiencia interna.

La filosofía del ser formula el principio de causalidad de la siguiente forma: “lo que es conveniente a algo y no pertenece a su esencia, le pertenece por alguna causa” (St. Tomás de Aquino, *Summa contra gentiles*, I, 22). Las perfecciones de los seres que son parte de su esencia son observables, pero también lo son las perfecciones que no son parte de ella. En este último caso, esas perfecciones tienen que ser necesariamente causadas por otros seres. Todos los seres tienen ser, y el ser no pertenece a su esencia, que es principio de diversidad. Por tanto, el ser de los seres demanda una causa diferente. Este razonamiento es el principio metafísico que fundamenta la cuarta vía de la demostración de la existencia de Dios de Santo Tomás de Aquino.

Las nociones de causa y efecto incluyen la noción de ser, sin que esto implique que tengamos que distinguir entre ser causado o causar para definirlos. El principio de causalidad no se deduce de la noción de ser sino que se induce por experiencia al advertir la limitación y cualidad finita de cualquier efecto.

El Catedrático de Filosofía de la Naturaleza y Académico de la Real Academia de las Ciencias Morales y Políticas D. Juan Arana, en su obra titulada *Los sótanos del Universo*, trata de explicar la noción de causa aristotélica con el lenguaje de nuestros días (Arana, 2012, páginas 99–101). Sostiene que en la noción clásica de causa hemos de distinguir dos términos: el sujeto de la acción causal, que llamamos “causa”, y el objeto o finalidad de esa acción, que llamamos “efecto”. Arana explica que conviene resolver una primera ambigüedad por el uso de la palabra “causa” para expresar tanto el sujeto de

la acción causal como la propia acción causal, y una segunda consistente en que el efecto, en ocasiones se refiere al resultado de la acción causal y, en otras, al sujeto pasivo del proceso causal.

Puede servirnos el ejemplo de un crimen cometido mediante un disparo. El sujeto de la acción causal es el criminal, el disparo es la acción causal que produce la muerte de la víctima - la muerte es el efecto visto como resultado de la acción casual -, y la propia víctima es el efecto considerado como sujeto pasivo.

Arana propone una explicación alternativa del concepto de causa respecto a la relación entre ambos términos (causa y efecto): los sujetos activo y pasivo de la acción causal, lo que se trata de explicar – una relación -, con independencia de la naturaleza de los términos de esa relación: cosas, procesos, fenómenos, conceptos, etc., y el tipo de esa relación: real, ideal, material, formal, etc.

Arana dice (Arana, 2012, página 100) que la relación causal tiende a nominalizarse por sí misma, proponiendo la siguiente estructura de los elementos configuradores de la causalidad:

[sujeto agente (1) – acción causal (2) – resultado de la acción causal (3) – sujeto paciente (4)]

El concepto “causa” se refiere, principalmente, a (2), aunque también a (1) por extensión. El concepto “efecto” se refiere, principalmente, a (3), aunque también a (4) por extensión.

Esta estructura – continua Arana – clarifica, parcialmente, la doctrina aristotélica de las cuatro causas:

- a) La causa material tiene que ver, sobre todo, con el sujeto paciente (4).
- b) La causa eficiente se refiere al sujeto agente (1) y, en la medida en que se asimila a la causa formal, a la acción causal (2).
- c) La causa formal cubre tanto la acción causal (2) como el resultado de la acción causal (3).
- d) La causal final se refiere al resultado de la acción causal (3) en cuanto predicho y deseado por el sujeto agente.

Valiéndonos del ejemplo del crimen cometido mediante un disparo, la causa material tiene que ver, sobre todo, con la víctima. La causa eficiente con el criminal y con el hecho de disparar el arma (arma y acción de disparo). La causa formal con el disparo y el resultado del disparo. Y la causa final se relaciona con la intención de matar a la víctima. En este ejemplo se ve también la concurrencia de la denominada causa instrumental, un tipo de causa eficiente subordinada a la principal: el arma que dispara es un instrumento necesario para que pueda producirse el disparo.

Además, el significado de la estructura puede cambiar de acuerdo con la naturaleza de los términos de la relación, por ejemplo cuando se aplica a procesos en lugar de aplicarse a cosas. En este caso, el sujeto paciente (4) deja de ser una sustancia o un ser estático y se convierte en una secuencia dinámica con mayor grado de formalidad que en el otro caso. Arana ilustra esto diciendo que la relación materia-forma es relativa: una pieza de bronce puede considerarse forma con respecto a los elementos básicos que la componen (estaño y cobre), o materia con respecto a la forma de la pieza (una campana, una estatua, un cañón, etc.).

Por tanto, Arana subraya que el anterior ejemplo muestra que no es posible extender el significado de la causalidad aristotélica de modo universal. Asegura: *“La causa es probablemente la más versátil de todas las categorías de determinación, tanto por la cantidad de sentidos que le otorga el lenguaje como por la relatividad de la teoría hilemórfica que está en la base de su más antigua y duradera elaboración teórica”*.

Esta es la razón – afirma Arana – de que haya sido capaz de adaptarse a la evolución de la mente humana porque continuamos hablando de “causas” tan frecuentemente como antes, aunque también ha sido rechazada por aquellos que demandan precisión y univocidad en los términos y conceptos de carácter científico (Arana, 2012, páginas 100–101).

Dice Arana que la ciencia moderna prefiere hablar de leyes – excluyendo el concepto de causa en su vocabulario – por las siguientes razones (Arana, 2012, página 104):

- a) Se trata de un concepto menos ambiguo que el de causa.
- b) Se trata de un concepto versátil, a pesar de su precisión y univocidad.
- c) Utiliza las matemáticas en la argumentación.

A pesar de todo, Arana reivindica que es razonable interpretar las leyes físico-químicas como causalidad formal. Las magnitudes que permiten a las leyes ser aplicadas en casos particulares, aparecen como variables en su formulación. Cuando se reemplazan las variables por valores concretos, Arana afirma que es razonable pensar que se introduce así la causalidad material en la formulación, que pierde en generalidad lo que gana en precisión. En expresiones funcionales que incluyen el tiempo como variable independiente, los valores iniciales pueden interpretarse, al igual que el dinamismo de la propia ley, como causalidad eficiente de las transformaciones que ocurran. Y hasta llega a decir que las leyes naturales, en sí mismas, y las condiciones iniciales del universo podrían pensarse como factores específicamente elegidos para producir los efectos que podemos observar en la naturaleza, es decir, sirven como evidencia de la existencia de una causa final explicativa de que el mundo sea como es (Arana, 2012, páginas 106–107).

5.5 Metafísica y lógica

Mientras la metafísica estudia la realidad, la lógica estudia la relación entre los entes en la mente humana. Durante muchos siglos se estudió la metafísica antes que la lógica por una razón profunda. El orden real y el orden lógico no son fáciles de distinguir y la historia nos muestra cuántos quebraderos de cabeza ha causado este tema entre los pensadores.

Si se estudia primero metafísica, el orden del ser, nunca se entenderá la probabilidad como una realidad extramental, como algo físico. En este sentido, siempre será un buen antídoto. La probabilidad, entendida como medida de incertidumbre tras la emisión de un juicio, pertenece al orden lógico y vamos a tratar de explicar por qué desde categorías metafísicas.

La incertidumbre puede relacionarse con un juicio acerca de realidades extramentales o de exclusivas reflexiones mentales, pero esas referencias que distinguen una relación real (entre la facultad intelectual y un ente real) de una relación meramente mental o lógica (entre la facultad intelectual y un ente de razón) no definen qué es la incertidumbre.

Desde la perspectiva aristotélico-tomista, la incertidumbre es el resultado de un proceso exclusivamente mental, de una operación inmanente de la inteligencia. Es una consecuencia posible de una operación que denominamos juicio. La inteligencia es una facultad de conocimiento del ser humano y sus operaciones son inmateriales: la abstracción en la simple aprehensión por la cual formamos conceptos, el juicio en el que dividimos o componemos conceptos, y el raciocinio. La facultad de conocimiento que tiene cada ser humano que llamamos inteligencia es un accidente de la forma sustancial del hombre que denominamos alma espiritual.

La inteligencia es parte del alma espiritual, al igual que la voluntad. Las operaciones de esas facultades del alma espiritual son inmateriales. A través de los actos de esas facultades conocemos que la forma sustancial del hombre es de naturaleza distinta a la de los animales. Por encima de los

instintos del animal que aseguran su conservación, el hombre tiene facultades de orden superior que le permiten conocer la realidad, reflexionar o amar, y apetecer bienes inmateriales como los que nos aporta la cultura, ambicionar una convivencia en paz, etc. Todo eso refleja la superioridad de la forma sustancial del hombre que llamamos, como se ha dicho, alma espiritual, muy superior al alma sensitiva propia de la vida cualquier animal.

Pues bien, en ocasiones, la operación de la inteligencia que llamamos juicio termina en incertidumbre. La incertidumbre es un estado mental de la inteligencia y es también un accidente. Conocemos que el concepto aristotélico de accidente significa que la entidad que calificamos como tal no puede existir por sí misma sino en otro: en el caso del hombre, su forma sustancial se caracteriza porque tiene la posibilidad de existir por sí misma, diferenciándose así del alma sensitiva animal, que no subsiste por sí misma sino en el compuesto (materia y forma).

El alma humana, entendida como forma sustancial subsistente, quiere decir que dispone de acto de ser. El ser humano no radica en el compuesto (materia y forma) como en el caso del resto de los animales, sino en su forma sustancial. Esta distinción metafísica se fundamenta en la diferencia de orden del ser de los animales del ser de los hombres. En el orden del ser existe una gradación de perfección: no es igual una planta que un animal, ni un animal que un hombre. Y esa diferencia de perfección en el orden del ser explica sus diferencias en el obrar. El aforismo clásico *“el obrar sigue al ser”* significa que las potencias operativas de los seres se corresponden con la perfección de su ser.

Por tanto, para un filósofo realista moderado, la incertidumbre tiene, en cuanto estado mental, una realidad entitativa psíquica, existencial, de accidente de una facultad intelectual que, a su vez, es también un accidente de la forma sustancial del ser humano que es su alma espiritual, subsistente. Y, por otro lado, como concepto, su conocimiento viene dado por reflexión de nuestra vida psíquica, por la conciencia que tiene nuestra inteligencia de que, con frecuencia, se producen *imperfecciones graduables* en sus actos de conocimiento, porque nuestra facultad intelectual es naturalmente capaz de emitir juicios con certeza – esa es la perfección a la que aspira cada acto de conocimiento - y advierte cuándo no lo consigue. Millán Puelles señala que la facultad intelectual humana tiene capacidad de experimentar un tipo de temor de carácter inmaterial que no es otro que el temor a errar. Cuando se experimenta, hablamos del estado mental de incertidumbre.

Puede leerse lo siguiente en un manual universitario español actual: *“Sólo una filosofía metafísica justifica la posibilidad del conocimiento científico, y la validez de los métodos de las diversas ciencias. Eludir toda convicción sobre la verdad, o es incoherente con la efectiva labor científica, o lleva a un escepticismo que termina por destruir toda motivación científica”* (Sanguinetti, 2007, página 231).

Si los conceptos en los que queremos construir una fundamentación racional de la realidad no se basan en la primera filosofía, es decir, en la metafísica, no conseguiremos ese objetivo. Si se afirma con rotundidad lo que acaba de decirse es por la firme certeza que tienen los autores de esta obra en la capacidad del hombre en conocer la realidad tal y como es utilizando sus facultades de conocimiento (sentidos, inteligencia, memoria, etc.), siendo bien conscientes de las limitaciones de esas capacidades y de la riqueza prácticamente inabarcable de significado de la realidad, y todo ello en plena sintonía con la filosofía del ser aristotélico-tomista. Esa certeza es metafísica.

Aunque desde el siglo XIV – comienzo de la Edad Moderna – se empieza a constatar el abandono paulatino de la filosofía del ser en los principales centros culturales europeos, la crisis más profunda se vivió en la época en que se consuma el denominado cisma de occidente en la Europa Cristiana del siglo XVI. Una de las consecuencias más relevantes de ese abandono es el predominio del inmanentismo en la filosofía hasta nuestros días. La realidad se interpreta como producto de la razón y el escepticismo, en mayor o menor grado, se instaura en el pensamiento filosófico y científico.

La cultura predominante en nuestra época, en palabras de San Juan Pablo II, es “*deliberadamente antimetafísica*”⁷². El pensamiento del hombre es el foco de atención permanente de la moderna filosofía, que trata de subjetivizar la realidad (De Torre, 1980, página 290). Si el protestantismo subjetivizó la fe, por influencia en su seno del nominalismo filosófico, Descartes subjetivizó la razón. Las filosofías posteriores (racionalismo, empirismo, kantismo, existencialismo, etc.) no cambiaron esa principal orientación. Y en el ámbito de la ciencia, el pragmatismo subjetiviza el conocimiento científico, huyendo de preocuparse por conceptos como conocimiento y verdad o claudicando cuando intentan explicarlos, y acaban por buscar únicamente la utilidad de la actividad científica apoyándose en un coherentismo lógico que la asegure. Todo eso mina la credibilidad en la capacidad humana de conocer la realidad.

El lenguaje humano, transmisor del conocimiento alcanzado por las actividades de la inteligencia (conceptos, juicios, silogismos, etc.) y de la voluntad (fines, órdenes, sentimientos, deseos, etc.) tiene una vinculación especial con la metafísica. Los seres humanos ponemos nombre a las cosas porque somos capaces de conocer qué son, y lo podemos hacer porque son: los nombres reflejan el ser de las cosas, aunque también sugieren el modo mediante el cual las reconocemos (Sanguineti, 2007, página 64).

5.6 Metafísica y ciencia

El profesor de la Universidad de Navarra Mariano Artigas⁷³, en su obra titulada *Filosofía de la Ciencia Experimental*, aborda el impacto de la ciencia en la filosofía y viceversa. Abre un diálogo con los más destacados pensadores en su disciplina durante el siglo XX: J. Monod, H. Marcuse, E. Agazzi, K. Hübner, K. Popper, M. Wartofsky, G. Radnitzky, J. Habermas, I. Johansson, S. Jaki, T. Settle, T. Khun, S. Toulmin, I. Lakatos, W. Stegmüller, P. Feyerabend y H. Skolimowsky, y trata, específicamente, los siguientes temas:

- (1) el sentido de la actividad científica;
- (2) la ontología de la ciencia;
- (3) ciencia y racionalidad;
- (4) el problema de la demarcación;
- (5) cientificismo;
- (6) la fiabilidad de la ciencia;
- (7) discusión final sobre el estado del arte de la filosofía de la ciencia a finales del siglo XX (Artigas, 1992, páginas 363–419).

Con respecto a (1) remarca, en contraste con la tesis de Monod sobre objetividad científica, lo que sigue:

“Ciertamente, el estudio cuantitativo y experimental de la naturaleza prescinde de la consideración explícita de las causas finales; pero supone que existe un orden natural y descubre progresivamente las leyes que lo constituyen, lo cual equivale a afirmar que existe en la naturaleza una finalidad intrínseca.” Y, como réplica a los argumentos de Monod sobre las causas finales, asevera: *“Efectivamente, es imposible probar que no existan causas finales. La ciencia experimental estudia la naturaleza, por lo que su método no le permite reflexionar sobre lo que se encuentra fuera de ella, como es el caso de Dios y de los planes divinos: no dispone de medios para decir algo acerca de tales realidades, ni a favor ni en contra, ya que se trata de causas finales trascendentes que superan el orden*

⁷² Cita de la homilía impartida por el Papa San Juan Pablo II en el Santuario de Nettuno (Italia) el 1 de septiembre de 1979.

⁷³ Sacerdote, físico, filósofo y teólogo. Su dedicación a la investigación en filosofía de la naturaleza y en filosofía de la ciencia, así como su participación en los debates de esas ciencias con alguno de los más conocidos pensadores de esas ramas del conocimiento le llevaron a escribir obras de gran valor epistemológico. Quien escribe esta obra tuvo el honor de conocerle y tratarle cuando se preparaba para ingresar en la Academia General Militar de Zaragoza.

natural. Pero el caso es diferente si se trata de causas finales inmanentes, o sea, de la finalidad de los agentes naturales, puesto que el orden natural que es desvelado por la ciencia implica que existan finalidades inmanentes, y esto es especialmente manifiesto a nivel de los vivientes: por ejemplo, la información genética contiene el proyecto de un plan que se realiza a lo largo del desarrollo de los organismos vivos...”

Artigas cita a Agazzi, concretamente lo que dice en su obra titulada *“Temas y problemas de la filosofía de la física”*, cuando afirma que la ciencia experimental no puede abordar el estudio de la realidad como un todo, una perspectiva que sólo le corresponde a la filosofía. Bajo las tesis de Monod, Artigas descubre cientificismo porque el conocimiento científico, en opinión de Monod, es el único válido. Rechaza Artigas que la racionalidad de la ciencia experimental quede reducida al nivel analítico, como defienden Monod y Marcuse, porque *“esa reducción se basa en una simplificación en la que se prescinde de aspectos esenciales del método científico”*.

Para Artigas, *“la ciencia experimental se asienta sobre unos supuestos ontológicos y gnoseológicos realistas, sin los cuales carecería de sentido”*, y esta tarea – continúa – *“es propiamente filosófica y exige una perspectiva de totalidad que trasciende las objetivaciones parciales características de la ciencia experimental.”*

Con respecto a (2), Artigas afirma que *“Cuando se afirma que la ciencia implica una ontología materialista, instrumentalista, reduccionista o de cualquier otro tipo, realmente no se está ya hablando de la ciencia experimental en sí misma, sino de posturas científicas que extrapolan aspectos parciales de la ciencia, hasta convertirlos en una visión filosófica que propiamente no puede justificarse apelando a la ciencia”*. En contraste con Hübner, que está de acuerdo con Artigas en este punto de vista aunque ofrece una explicación histórica, Artigas resalta que la fundamentación ontológica en la que se basa la ciencia experimental tiene su valor propio y no depende de situaciones históricas: *“En el fondo de estos problemas se encuentra la dificultad de explicar el valor realista del conocimiento científico”*.

Con respecto a (3), Artigas subraya que los mayores desacuerdos epistemológicos ocurren entre la metodología y la gnoseología, es decir, en cómo la ciencia alcanza su fin cognoscitivo. Afirma que *“el neopositivismo adoptó una filosofía empirista en la que el valor del conocimiento se ponía en función de las percepciones inmediatas; el resultado fue una metodología incapaz de explicar el alcance realista del conocimiento y que, además, no correspondía a los métodos realmente empleados en la investigación. En esas circunstancias se recurría a reconstrucciones racionales inadecuadas. El debate sobre la racionalidad se centró más tarde en la epistemología de tipo lógico propuesto por Popper y el análisis marcadamente sociológico de Khun. Ambas perspectivas apuntan hacia aspectos reales del método científico, pero los extrapolan de tal manera que no consiguen dar razón de los procedimientos reales y del valor del conocimiento. Los intentos posteriores que se han propuesto armonizar ambos puntos de vista, como en el caso de Imre Lakatos y Wolfgang Stegmüller, al mismo tiempo que han contribuido a clarificar aspectos particulares, han conducido a nuevos problemas, ya que tampoco han utilizado una gnoseología realista consistente.”*

Con respecto a (4), Artigas afirma que Popper es especialmente responsable en popularizar ese tema como el más importante de la teoría del conocimiento en su tiempo. Señala Artigas que es fruto de su ambigua concepción de la metafísica en sus obras: *“¿Pero, ¿cómo es posible referirse a la verdad o falsedad sin contar con una base metafísica que permita sostener una gnoseología realista? Dicho de otro modo: sólo una valoración de la metafísica como saber primario acerca de la realidad puede permitir una fundamentación de las cuestiones básicas del conocimiento. Por ejemplo, el principio de no-contradicción está en la base de cualquier argumentación lógica, y su examen crítico remite a problemas propiamente metafísicos acerca del ser real; el valor del conocimiento acerca de los entes reales exige considerar la intencionalidad, o sea, la captación de los modos de ser de manera inmaterial; y en la misma línea, el realismo sería insostenible a menos que se admita la continuidad entre el conocimiento sensible y el intelectual, que se da gracias a los procesos de abstracción.”*

Artigas dice que el criterio de demarcación de Popper ni siquiera es suficiente para caracterizar la misma ciencia experimental porque no estudia cómo se construye el objeto científico. Para Artigas, el método experimental depende, esencialmente, de este tema.

Artigas defiende que la metafísica es la que tiene la última palabra en el criterio de la demarcación: *“Pero el examen del conocimiento mismo exige colocarse en una perspectiva que trasciende este tipo de enfoque, puesto que en este caso lo que debe ser explicado es de qué modo establecemos contacto intencional con la realidad, cuál es el alcance de los principios en que nos apoyamos y cuál es el fundamento del método utilizado. Se trata de cuestiones gnoseológicas que, de hecho, están resueltos en sus aspectos básicos por el realismo consustancial a la ciencia experimental”*.

Para Artigas, la única perspectiva coherente con el debilitamiento de la metafísica es la instrumentalista. Explica así el porqué: *“Ciertamente, la demarcación existe, pero no tiene el carácter propuesto por Popper. La metafísica y la ciencia experimental difieren en su punto de vista... la construcción del objeto científico implica la adopción de perspectivas particulares que se concretan en el tipo de propiedades definibles dentro de cada objetivación... Por ejemplo, el principio de causalidad expresa una condición general que se cumple en la realidad y que, por tanto, es también condición de posibilidad de nuestro conocimiento: se refiere a la necesidad de que todo lo que sucede sea el resultado de causas. No se especifican las causas particulares, que pueden ser de tipos diversos, ni tampoco si se trata de causas necesarias o libres, deterministas o no; sólo se afirma que los acontecimientos naturales deben ser el resultado de causas. Es una afirmación modesta en cuanto a los detalles, totalmente general en su alcance, y plenamente cierta. No puede probarse mediante los procedimientos de la ciencia experimental, pero esto no afecta a su validez; por el contrario, la validez de cualquier conocimiento, incluido el de las ciencias, se apoya en el principio de causalidad. Tampoco es meramente especulativo, pues resulta del análisis de lo que la experiencia nos manifiesta, aunque trasciende lo dado en la experiencia porque se dirige hacia la explicación racional de la realidad.”*

Artigas finaliza sus comentarios sobre (4) diciendo: *“La ciencia y la metafísica se encuentran unidas desde el comienzo. Por eso resulta ilusorio trazar una línea de demarcación que las coloque en espacios incomunicados... la demarcación misma supone una perspectiva metafísica.”*

Con respecto a (5), Artigas dice que la visión equilibrada entre ciencia y metafísica propia del realismo tiene, como su principal antagonista, el cientificismo. Con palabras de Radnitzky, dice que el cientificismo se caracteriza por ser *“la creencia dogmática de que el modo de conocer llamado ‘ciencia’ es el único que merece el título de conocimiento...”* Para Artigas esta es la descripción de un cientificismo extremo, porque señala que existe otro más suave que subraya que la ciencia es el mejor de todos los tipos de conocimientos posibles. Este es el planteamiento de Popper, según Artigas. Cuando a este tipo de conocimiento se le da prioridad, dice Artigas que la metodología tiene la última palabra con respecto al valor del conocimiento.

A modo de corolario, Artigas señala que así: *“Todo conocimiento ha de ser considerado conjetural, provisional y refutable”* y, por tanto, *“esta solución ... es incapaz de explicar el valor real del conocimiento científico.”*

Para Artigas, el cientificismo es intrínsecamente incoherente, porque *“no es posible afirmar que la ciencia experimental es el paradigma del conocimiento válido si ni siquiera puede probarse la verdad de sus enunciados. La única alternativa posible es admitir una metafísica realista que pueda servir de base a una gnoseología en la que la noción de verdad tenga sentido real.”*

Por último, con respecto a (6), Artigas asevera que mientras la ciencia es socialmente considerada como el tipo de conocimiento más fiable entre los existentes, *“el estudio sistemático de la filosofía de la ciencia parece haber arrojado densas sombras sobre la fundamentación teórica de esa confianza”*. Mientras Popper pensaba que *“la petición de objetividad científica hace inevitable que*

todo enunciado científico sea provisional para siempre ...”, Kuhn resaltaba que el acuerdo entre los científicos era su pieza clave. Artigas responde de esta forma: “En ambos casos, el problema básico es que no se consigue establecer una relación entre los enunciados científicos y el realismo del conocimiento. La epistemología queda reducida a metodología, y la metodología es reducida a lógica por Popper y a sociología por Khun.”

Artigas afirma que *“El término ‘fiabilidad’ designa las garantías que ofrece algo en vistas a la consecución de un determinado objetivo”*. Aplicado a la ciencia experimental, *“nos referimos a las garantías de los métodos y de los contenidos teóricos en orden a alcanzar el fin de la actividad científica, y también a la fiabilidad de la actividad misma en orden a alcanzar determinados fines.”*

Termina Artigas diciendo que si el cientificismo no se supera, no será posible afrontar el problema de la fiabilidad adecuadamente, porque *“el valor del conocimiento científico depende de una base filosófica que trasciende el método experimental y le sirve de fundamento”*. Concluye: *“La ciencia experimental no equivale a una cosmovisión.”*

5.7 Introducción a los conceptos de creencia y evidencia

El estado mental tras la emisión de un juicio tiene naturaleza psicológica y el ser humano tiene plena conciencia de ello: la inteligencia queda satisfecha – estado mental de certeza - o no queda satisfecha – estado mental de incertidumbre -.

Esa satisfacción de la que hablamos, de naturaleza psicológica, se refiere a que la inteligencia percibe, subjetivamente, que acierta al asentir el juicio. En otro caso, siente temor, asiente con temor a equivocarse. Pero la pregunta que nos hacemos ahora es cómo percibe la inteligencia que acierta al asentir un juicio? Los clásicos llamaron a ese discernimiento “criterio de verdad” o “criterio de certeza”.

El “criterio de verdad” que causa en la inteligencia el efecto que llamamos certeza es la evidencia. Aunque ha habido propuestas diferentes a lo largo de la historia, ninguna ha superado a la evidencia como criterio para que la mente perciba la certeza (Vernaux, 1971, páginas 147–150).

Por otra parte, filósofos del derecho han estudiado profundamente el modelo epistemológico de la determinación judicial de los hechos de acuerdo con la evolución de las teorías del conocimiento predominantes en cada época histórica (Gascón, 2010, páginas 45-67). Por ejemplo, en la segunda mitad del siglo XX, las teorías coherentista y pragmatista de carácter neoempirista, predominantes en la epistemología angloamericana (Morós, 2003, páginas 633–671), hicieron notar su influencia en la terminología utilizada en las ciencias forenses, y de forma muy marcada en los estudios de naturaleza estadística, principalmente en la denominada estadística bayesiana.

El concepto de creencia ha sido muy utilizado, igualmente, en la epistemología angloamericana como término esencial para definir el concepto de conocimiento.

De acuerdo con la doctrina legal sobre criterios de interpretación de los textos legales, el significado gramatical de esos textos es el punto de partida para interpretar cualquier norma. Pero, al mismo tiempo, es importante estudiar el significado de los conceptos en su contexto, criterio interpretativo relevante que se conoce como criterio lógico o sistemático. Ambos criterios, el gramatical y el lógico, se interrelacionan en nuestro caso. A la hora de interpretar los términos utilizados en los procedimientos penales, hemos de tener en cuenta lo que se acaba de afirmar.

5.7.1 Evidencia estadística

La palabra “evidencia” es extremadamente polisémica en inglés. En un diccionario clásico de lengua inglesa se define así (traducción de los autores): *“algo como un hecho, signo u objeto que aporta prueba o razones para creer o estar de acuerdo con algo”* (Longman dictionary, ed. 1987).

De acuerdo con esta definición, nuestro “hecho, signo u objeto” es la observación científica (lo que hallamos en las inspecciones oculares o encontramos en las pruebas de los laboratorios), y lo observado.

Desde el punto de vista estadístico, el significado de evidencia científica se corresponde con la ley de verosimilitud (Royall, 1997, página 3) ya referida:

“Si la hipótesis A implica que la probabilidad de que una variable aleatoria X tome el valor x sea $p_A(x)$, y la hipótesis B implica que la probabilidad sea $p_B(x)$, entonces, la observación $X = x$ es evidencia que soporta A sobre B si y sólo si $p_A(x) > p_B(x)$, y la relación de verosimilitudes, $p_A(x) / p_B(x)$, mide la fuerza de esa evidencia” (Hacking, 1965)⁷⁴.

En opinión de Royall, la siguiente pregunta expresa el contexto en el que debe entenderse el significado del término “evidencia” como evidencia estadística:

“¿Qué me dice esta observación sobre A frente a B? (¿Cómo debo interpretar esta observación como evidencia con respecto a A frente a B?)”

Royall afirma, en el apartado titulado “Relatividad de la evidencia” lo siguiente (traducción de los autores): *“La ley de verosimilitud se aplica a un par de hipótesis, diciéndonos cuándo un conjunto dado de observaciones es evidencia para una frente a la otra: la hipótesis A está más apoyada que B si A implica una mayor probabilidad para las observaciones que B. Esta ley representa un concepto de evidencia que es esencialmente relativo, un concepto que no es aplicable a una sola hipótesis tomada en solitario.”*

Royall se pregunta si puede hallarse una regla válida para la interpretación estadística de los datos como evidencia respecto a una única hipótesis, sin referencia a una alternativa. Examina dos posibles reglas: las que denomina ley de la improbabilidad y ley del cambio de probabilidad. La primera la define así: $X = x$ es evidencia contra A si $p_A(x)$ es pequeño, es decir, si A implica que la observación es improbable. Y la segunda así: $X = x$ es evidencia a favor o en contra de A dependiendo de si el efecto de la observación incrementa o reduce la probabilidad de que A sea verdadera. Argumenta que ninguna de esas leyes representa un concepto satisfactorio de la evidencia en un contexto científico porque la primera es errónea (una vez examinada la racionalidad de los tests de significación), y la segunda subjetiva (entendiendo por subjetiva que aunque aparentemente se enuncia en términos de una única hipótesis, en realidad requiere tener en cuenta ambas hipótesis condicionadas, a su vez, por cómo las probabilidades a priori se distribuyen entre las hipótesis, todo ello por aplicación del Teorema de Bayes).

Royall destaca que existen razones de peso para aceptar la ley de verosimilitud como marco de referencia lógico básico para definir el concepto de evidencia desde el punto de vista científico (en el apartado que titula ‘Hacia la verificación’, páginas 5–7, traducción de los autores):

- a) *“Parece ser una extensión natural, a fenómenos probabilísticos, de formas de razonar propias de científicos en situaciones determinísticas: si A implica que se observe x bajo especificadas condiciones, y B implica que, en las mismas condiciones, se observe algo diferente a x, si se dan*

⁷⁴ $p_A(x)$ y $p_B(x)$ son funciones de probabilidad condicionales, es decir, $P(x|A)$ y $P(x|B)$, respectivamente.

esas condiciones y se observa x , entonces esa observación es evidencia que apoya a A frente a B . Esta es la ley de verosimilitud en el caso extremo en que $p_A(x) = 1$ y $p_B(x) = 0$. La ley simplemente extiende esta forma de razonar para decir que si x es más probable observarla bajo la hipótesis A que bajo la hipótesis B , entonces la ocurrencia de x es evidencia que apoya a A frente a B , y la fuerza de la evidencia viene determinada por cómo de grande es (la probabilidad de x bajo A que bajo B)⁷⁵.” Y Royall comenta: “Esto parece objetivo y equilibrado – la hipótesis que asignó mayor probabilidad a la observación, hizo el mejor trabajo predictivo sobre lo que realmente ocurrió, de tal forma que es mejor respaldada por esa observación.”

- b) La ley de verosimilitudes es consistente con las reglas de la teoría de la probabilidad. Después de observar que $X = x$, la relación entre probabilidades a priori $Pr(A) / Pr(B)$ se transforma, siguiendo la versión del Teorema de Bayes en forma de apuestas, en la relación de probabilidades a posteriori $Pr(A | X = x) / Pr(B | X = x)$. Esto demuestra que la nueva evidencia, $X = x$, cambia la relación de probabilidades mediante el factor $p_A(x) / p_B(x)$, precisamente de acuerdo con la ley de verosimilitudes. “Si utilizamos la ley, nuestra interpretación de los datos como evidencia será consistente con las reglas de la teoría de la probabilidad: nunca sostendremos que una observación es evidencia que apoye a A frente a B cuando el efecto de esa observación, si A y B tienen las mismas probabilidades (a priori), fuera reducir la probabilidad de A frente a la de B .”
- c) “¿Si utilizamos la ley de verosimilitud seremos conducidos hacia la verdad? (esta pregunta tiene relevancia epistemológica y refleja el pensamiento realista de Royall) Supongamos que A es realmente falsa y B verdadera. ¿Podemos obtener observaciones que, de acuerdo con la ley, sean evidencia de A frente a B ? Sí. ¿Significa esto que la ley es inválida? No. La evidencia, interpretada correctamente, puede ser engañosa (con respecto a la verdad, es decir, a la realidad). Ocurre esto porque, de otro modo, seríamos capaces de determinar la verdad (con perfecta certeza)⁷⁶ a partir de cualquier evidencia (siempre limitada) que no fuera ambigua en última instancia. Es demasiado esperar que la evidencia no pueda ser engañosa. Sin embargo, podríamos esperar, razonablemente, que una fuerte evidencia no fuera engañosa frecuentemente. Podríamos también esperar que, a medida que acumulásemos evidencia, tenderíamos a favorecer la hipótesis verdadera sobre la falsa cada vez de forma más clara. Estas expectativas las alcanzamos con el concepto de evidencia incluido en la ley de verosimilitud.” Royall prueba, matemáticamente, el cumplimiento de esas expectativas, y cita esta referencia bibliográfica para la demostración: Robbins, 1970, páginas 1397–1409 (véase el ANEXO II si se quieren conocer más detalles).

En el apartado titulado “Irrelevancia del espacio muestral”, Royall dice que la ley de verosimilitud establece que la evidencia en una observación, $X = x$, en cuanto relacionada con dos distribuciones de probabilidad, que llamamos θ_1 y θ_2 , está representada por la relación de verosimilitudes $f(x; \theta_1) / f(x; \theta_2)$ ⁷⁷. En particular, la ley implica que para interpretar la observación como evidencia para la hipótesis $H_1: \theta = \theta_1$ frente a $H_2: \theta = \theta_2$, sólo la relación de verosimilitudes es relevante. Qué otros valores de X hayan sido observados o cómo las dos distribuciones en cuestión establezcan las probabilidades para el resto de valores de la variable inobservados es irrelevante – lo único que cuenta es la relación de verosimilitudes de la observación bajo las dos hipótesis.

Otro importante concepto relacionado con la evidencia es el denominado “principio de verosimilitud”. Este principio asevera que dos observaciones que generan idénticas funciones de verosimilitud son equivalentes como evidencia. Royall cita las siguientes palabras de Birnbaum: “el

⁷⁵ Lo traducido entre paréntesis se ha completado por los autores para que pueda entenderse mejor lo explicado por Royall por parte de lectores no familiarizados con notaciones matemáticas. En adelante haremos lo mismo, dentro de este apartado, cuando lo consideremos preciso para la misma finalidad.

⁷⁶ El paréntesis, en este caso, es original.

⁷⁷ $f(x; \theta_1) / f(x; \theta_2)$ puede escribirse así: $f(x | \theta_1) / f(x | \theta_2)$. Representan funciones de densidad de probabilidad.

‘significado evidencial’ de los resultados experimentales está plenamente caracterizado por la función de verosimilitud” (Birnbaum, 1962, páginas 269–306).

Como ejemplo que ayuda a entender este principio, Royall explica en el apartado titulado “El principio de verosimilitud” que si suponemos que dos hipótesis simples asignan a la observación de la variable aleatoria $X = x$ las probabilidades $f_1(x)$ and $f_2(x)$, mientras que dos hipótesis simples diferentes asignan a la observación de otra variable aleatoria $Y = y$ las probabilidades $g_1(y)$ y $g_2(y)$, si $f_1(x) / f_2(x) = g_1(y) / g_2(y)$, entonces la evidencia en la observación $X = x$ de f_1 frente a f_2 es equivalente a la de $Y = y$ de g_1 frente a g_2 . Este proceso puede repetirse a nuestra conveniencia utilizando más observaciones y distribuciones de probabilidad, y recibe el nombre de principio de verosimilitud. Se suele expresar en términos de funciones de verosimilitud.

La ley de verosimilitud aporta a la función de verosimilitud⁷⁸ su significado: si $L(\theta_1; x) > L(\theta_2; x)$, entonces la observación x es evidencia que soporta la hipótesis que θ sea θ_1 (es decir, la hipótesis de que X tenga la distribución identificada mediante el parámetro θ_1) frente a la hipótesis que θ sea θ_2 (es decir, la hipótesis de que X tenga la distribución identificada mediante el parámetro θ_2), y la relación de verosimilitudes $L(\theta_1; x) / L(\theta_2; x) \equiv f(x; \theta_1) / f(x; \theta_2)$ mide la fuerza de la evidencia.

En esencia, Royall sugiere que el concepto de evidencia estadística viene propiamente expresado mediante la ley de verosimilitud y que la función de verosimilitud es la representación matemática adecuada de la evidencia estadística (extractado del apartado titulado “Evidencia e incertidumbre”, página 28):

“Las probabilidades miden incertidumbre y las relaciones de verosimilitudes miden evidencia. Una función de densidad de probabilidad representa la incertidumbre sobre el valor de la variable aleatoria; describe cómo la incertidumbre se distribuye sobre los posibles valores de la variable (el espacio muestral). Esa incertidumbre desaparece cuando se realiza la observación – entonces, el valor de la variable es conocido, y ese valor es evidencia sobre la distribución de probabilidad. La función de verosimilitud representa esa evidencia; describe la relación de apoyo para cualquier par de distribuciones en el modelo de probabilidad.”

Y así resume Royall su explicación (apartado 1.14, página 31):

“La cuestión que está en el corazón de la inferencia estadística - ¿Cuándo un conjunto de observaciones respaldan a una distribución de probabilidad hipotetizada frente a otra? – se responde mediante la ley de verosimilitud. Esta ley define, efectivamente, el concepto de evidencia estadística como relativo, es decir, un concepto que se aplica a una distribución sólo en comparación con otra. La ley de verosimilitud es intuitivamente razonable, consistente con las reglas de la teoría de la probabilidad, y tiene significado empírico.”

5.7.2 Evaluación de la evidencia: los inicios de la perspectiva bayesiana aplicada en la práctica forense

De acuerdo con la concepción subjetiva de la probabilidad y de la lógica bayesiana aplicada en la evaluación de la evidencia forense (Taroni et al., 2006, página 20), el juicio de probabilidad que defiende un realista moderado es coincidente en definirlo como la expresión del personal grado de convicción sobre la veracidad de un enunciado o la ocurrencia de un suceso. Esto puede parecer sorprendente dada la vinculación filosófica de alguno de los padres del bayesianismo, como Bruno de Finetti, con el escepticismo radical de Hume. Sin embargo, la lógica filosófica de Bruno de Finetti no fue compartida por otros desarrolladores de la estadística bayesiana, los cuales resaltaron

⁷⁸ Para un valor fijado de x , $f(x; \theta)$ puede interpretarse como una función de la variable θ , y así recibe el nombre de “función de verosimilitud”. Utilizaremos la notación $L(\theta; x)$ para la función de verosimilitud.

preferentemente las ventajas de la lógica técnica de la estadística bayesiana frente a la estadística frecuentista clásica y se desvincularon en mayor o menor medida de la fundamentación filosófica. No obstante, no puede obviarse que sus impulsores nacieron en países angloamericanos y que la cultura filosófica dominante en la ciencia estaba vinculada al utilitarismo.

El bayesianismo moderno nace de los trabajos de F. P. Ramsey (1931, páginas 156–198) y B. de Finetti (1930, páginas 258–261) en la tercera década del pasado siglo. L.J. Savage promocionó y extendió esa nueva forma de concebir la estadística en las dos décadas posteriores (1954). C.R. Kingston y P.L. Kirk (1964, páginas 514–521), por un lado, y J.B. Parker y A. Holford (1968, páginas 237–251) por otro, aportaron las primeras contribuciones en ciencias forenses en la década de los sesenta. Las contribuciones en esas mismas ciencias de D.V. Lindley (1965; 2007) desde la mitad de los sesenta y a lo largo de la década de los setenta fueron especialmente destacadas. Desde entonces, muchos otros autores han contribuido en el desarrollo de la estadística bayesiana con multiplicidad de aplicaciones en las ciencias. Las aportaciones de R.C. Jeffrey (1983), J. Pearl (1982, páginas 133–136), S.L. Lauritzen y D.J. Spiegelhalter (1988b, páginas 157–224) permitieron desarrollar las redes bayesianas en la década de los ochenta.

Ian Evett, destacado experto en ciencias forenses del extinto Servicio Forense Británico, recibió el reconocimiento de ENFSI en el año 2000 recibiendo el premio al científico forense más destacado del momento, principalmente por sus artículos sobre ciencia forense publicados en el periodo 1997–1999 sobre interpretación de la evidencia publicados en la revista *Science and Justice* en 1998. Igualmente fueron reconocidos por esa entidad en ese mismo año R. Cook, G. Jackson, P.J. Jones y J.A. Lambert.

En la década de los noventa destacan los libros escritos por B. Robertson y G.A. Vignaux, cuyo título fue *Interpreting Evidence – Evaluating Forensic Science in the Courtroom* (1995), y por C.G.G. Aitken y F. Taroni (1995), cuyo título fue *Statistics and Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*, los cuales han sido considerados por muchos expertos en ciencia forense como obras maestras de la evaluación de la evidencia forense.

Desde los ochenta en adelante empezaron a publicarse artículos dirigidos a conseguir métodos de cálculo de relaciones de verosimilitudes en los más diversos campos de la criminalística. Sin duda, los pioneros en ese aspecto son los expertos siguientes:

- Cotejos de ADN (B.S. Weir, 1996; I.W. Evett et al., 1998; J.S. Buckleton et al., 2004; D.J. Balding, 2005; J.M. Butler, 2005).
- Reconocimiento de locutores (D. Meuwly, 2001, PhD; J. Gonzalez et al., 2006, páginas 331–355; 2007, páginas 2072–2084; D. Ramos, 2007, PhD).
- Comparación de fibras, fragmentos de pintura y de cristales (I.W. Evett, 1984, páginas 25–32; S.D. McDermott et al., 1997, páginas 1012–1018; 1999, páginas 263–269; C. Champod et al., 1997, páginas 75–83; J.M. Curran et al., 2000; J. Zieba et al., 2008, páginas 47–58; G. Zadora et al., 2014).
- Comparación de huellas de calzado, huellas plantares y dactilares (C. Champod, 1996, PhD; I.W. Evett et al., 1998, páginas 241–247; F. Taroni et al., 2002, páginas 15–25; R.B. Kennedy, 2003, páginas 53–63; C. Neumann et al., 2007, páginas 54–64).
- Comparación de marcas de herramientas y huellas balísticas (S.G. Bunch, 2000, páginas 955–962; S.G. Bunch et al., 2013, páginas 223–229).
- Análisis de isótopos de explosivos (G. Pierrini et al., 2007, páginas 43–48).
- Análisis de acelerantes de la combustión (G. Zadora et al., 2014; P. Vergeer et al., 2014, páginas 401–411).
- Análisis de residuos de disparo (GSR) (A. Biedermann et al., 2009, páginas 24–35; 2010 páginas 103–110), etc.

La aproximación bayesiana es un marco lógico de referencia sólido para realizar inferencias probabilísticas, incluso en circunstancias en las que no se disponga de datos estructurados⁷⁹. En estos casos, los expertos en evaluación de la evidencia aconsejan seguir las recomendaciones vertidas en la obra de O'Hagan et al. titulada *Uncertain Judgements: Eliciting Experts' Probabilities* (2006). En este sentido, vale la pena citar lo que, en una ocasión, afirmó el eminente estadístico G. Shafer (cita de Taroni et al., 2006, página 2): “La probabilidad no es realmente un asunto de números; tiene que ver con la estructura del razonamiento” (traducción de los autores).

5.7.3 Prueba y evidencia

El concepto filosófico de evidencia es uno de los más tormentosos conceptos debatidos en la historia de la filosofía. Dependiendo de la corriente filosófica elegida, puede encontrarse una definición distinta o incluso confundida con otros conceptos. La gran variabilidad de significados en inglés, es decir, su fuerte naturaleza polisémica, no es compatible con la definición tradicional del concepto en la filosofía clásica y en aquellos lenguajes que la heredan como es el caso del español. Aunque hay que resaltar que el frecuente uso del término “evidence” en la literatura de la ciencia forense predominante en nuestros días, preferentemente escrita en inglés, ha hecho que ese término sea utilizado en español con el mismo amplio alcance del término inglés.

En la filosofía del ser se explica que los seres se hacen patentes a la inteligencia y que esa manifestación causa un acto en esa facultad que llamamos “evidencia”. Se trata de una propiedad inteligible de los seres que consiste en manifestar lo que son, haciéndose tan clara a nuestra inteligencia que le lleva a asentir el juicio de modo natural. Es común utilizar el ejemplo del sentido de la vista para explicar este concepto. Lo que conocemos por la vista tiene la propiedad de la evidencia. No es posible que neguemos lo que vemos porque la inteligencia es iluminada por la evidencia de una experiencia sensible. Eso es lo que queremos decir cuando afirmamos que no podemos negar la evidencia. De todas formas, también es cierto que el ser humano, dotado de libertad, puede negarla voluntariamente.

Lo dicho sobre el sentido de la vista puede aplicarse a otros sentidos, aunque no son sólo los sentidos los que nos permiten percibir la evidencia. La percibida por los sentidos la denominamos “inmediata”, pero la que percibimos mediante un razonamiento deductivo – una conclusión obtenida desde premisas verdaderas y respetando las leyes de la lógica - la llamamos “mediata”.

La claridad en la inteligencia en percibir la correspondencia entre lo pensado y lo realmente conocido (o, cuando sea apropiado, lo previamente pensado) tiene la misma fuerza que la experimentada en la experiencia sensible.

No tiene sentido hablar de grados de evidencia porque se refiere al más alto grado posible de claridad en la valoración de la correspondencia entre lo pensado y la realidad conocida (o lo previamente pensado cuando es evidencia intelectual). Sin embargo, es frecuente leer, en la literatura especializada en estadística forense, la expresión: “fuerza de la evidencia”. Se trata de una expresión que significa en qué medida es probable observar lo hallado o examinado en función de dos hipótesis alternativas, dimanantes de las partes que litigan en el juicio, consideradas ciertas. Esta es la definición de la relación de verosimilitudes que se utiliza en ciencia forense.

Por ejemplo, si encontramos un acelerante de la combustión en el foco de un fuego propagado a su alrededor, decimos que hemos encontrado evidencia de que se ha provocado intencionadamente un incendio. El término evidencia se utiliza para designar una propiedad de la acción (como prueba de algo), no para denominar a la acción en sí misma o para designar al vestigio hallado y recogido como prueba en la inspección ocular. El término evidencia aplicado a la acción contemplada se

⁷⁹ Por ejemplo, datos recogidos en publicaciones científicas o en documentos de organismos oficiales o privados de investigación.

refiere al hecho de poder calificarla como un posible comportamiento delictivo. Ese comportamiento explicaría la presencia de lo encontrado en el lugar de los hechos: el acelerante de la combustión.

También decimos que algo presente ante nuestros ojos es evidente para nuestra inteligencia, pero no llamamos a lo que observamos evidencia sino a la propiedad que nuestra inteligencia percibe en el objeto contemplado por nuestro sentido de la vista.

Finalmente, cuando decimos que 2 y 2 son 4, la seguridad que percibe la inteligencia en el resultado viene dada por la seguridad que percibe en la deducción matemática efectuada. En este caso, se trata de una evidencia intelectual.

Evidencia es, en último término, lo que hace que la inteligencia perciba la certeza. La inteligencia descansa cuando percibe la correspondencia entre lo pensado y la realidad (o lo previamente pensado), cuando percibe esa correspondencia con el mayor grado de claridad posible, es decir, cuando percibe la propiedad de la evidencia en lo conocido.

En el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española encontramos dos acepciones del término evidencia: (1) certeza; (2) prueba determinante en un juicio. La primera acepción no es filosóficamente consistente porque la evidencia es causa de la certeza, no la certeza misma, y la segunda está contextualizada en el ámbito judicial. Confundir evidencia y certeza es lo que hacen los nominalistas porque, para ellos, la seguridad del conocimiento es su esencia. La segunda encaja bien en el contexto del estudio que llevamos a cabo aunque en la conclusión de un informe pericial consistente en un cotejo criminalístico ha de evaluarse, en lo posible, la fuerza de la evidencia, es decir, su valor como prueba ante las hipótesis que se barajan.

En inglés, evidencia es un término mucho más polisémico que en español. Las definiciones que aportan distintos diccionarios son las siguientes:

- El diccionario de términos jurídicos de la editorial Ariel (Alcaráz et al., 2008) traduce el término "evidencia" para lectores españoles como *"testimonio, prueba, prueba documental, medio de prueba y signo"*.
- El diccionario Longman (ed. 1987) dice lo siguiente: *"algo como un hecho, signo u objeto que aporta pruebas o razones para creer o estar de acuerdo con algo"*, y también *"las respuestas que se dan ante un Tribunal"*.

En el diccionario Oxford de Internet se define como un *"conjunto disponible de hechos o informaciones que indican si una creencia o proposición es verdadera o válida"*.

En el diccionario Free Online de Internet se dice que es *"una cosa o cosas que ayudan a formar una conclusión o juicio, algo indicativo, un signo externo, documentos, manifestaciones orales y objetos materiales admisibles como testimonio ante un Tribunal"*. También lo define como *"fundamento para creer o descreer, datos en los que fundamentar una prueba o su verdad o falsedad, o una cuestión legal planteada ante un Tribunal para probar o desaprobar un determinado asunto objeto de litigio tales como testimonios de testigos, documentos, objetos materiales, etc."*

Desde una perspectiva legal, hay algunos adjetivos unidos al término inglés "evidence" que son relevantes para nuestro propósito:

"Prueba directa: prueba (generalmente el testimonio de un testigo) directamente relacionada con los hechos en disputa."

"Prueba circunstancial o indirecta: prueba que proporciona una base para realizar una inferencia sobre los hechos en disputa."

“Prueba corroborativa: prueba adicional o de diferente tipo que apoya otra prueba ya realizada en el proceso.”

“Prueba de rumor: prueba basada en lo que alguien ha contado al testigo y no sobre un conocimiento directo.”

En resumen, podemos distinguir los siguientes significados del término inglés “evidence” reuniendo términos sinónimos en esa lengua:

a) prueba, fundamento, datos, demostración, confirmación, verificación, corroboración, autenticación, justificación, sustentación. Por ejemplo: “No hay pruebas que justifiquen esta teoría”.

Aunque es posible distinguir en inglés entre evidencia y prueba, definiendo la primera como información que nos permite realizar una inferencia y la segunda como aquello que nos permite verificarla, se crea un sinécdoque en la práctica. La parte (evidencia) viene a significar el todo (evidencia y prueba).

b) signo, señal, marca, traza, indicio, pista, vestigio. Por ejemplo: “La Policía dijo que no había indicios de robo”.

c) testimonio, aserción, aseveración, presentación, afirmación, manifestación, confesión, declaración. Por ejemplo: “El experto forense será llamado para que preste declaración”.

Los expertos en teoría de la prueba sostienen que la variedad semántica de la palabra “prueba” es caótica tanto en la doctrina legal como en la jurisprudencia. En una investigación criminal, el Tribunal está interesado en determinar los hechos relevantes de cara a tomar una decisión, pero el Tribunal no puede probar los hechos que realmente acaecieron sino enunciados sobre ellos. Así, Gascón dice que *“afirmar que un hecho explicativo está probado o que es una prueba significa que ha sido verificado, que su verdad ha sido comprobada”* (Gascón, 2010a, página 76).

Gascón (Gascón, 2010a, páginas 76–88) explica que el término “prueba” (consideramos ahora que el término “evidencia” lo comprende) tiene diferentes significados en el vocabulario jurídico procesal: *medio de prueba, procedimiento probatorio y resultado de un procedimiento probatorio*. Como medio de prueba se refiere a las cosas que nos permiten conocer los hechos relevantes de un caso (función cognitiva): testimonio de testigos, presentación de documentos, informes de expertos, identificación judicial, etc. Como resultado de un procedimiento probatorio se refiere a los resultados obtenidos a través de un medio de prueba (función justificativa): el hecho explicativo verificado que describe el hecho controvertido, por ejemplo: ‘hay un arma en la casa del sospechoso’, ‘el terrorista hizo una llamada telefónica anunciando la colocación de un coche bomba’, etc. Y como procedimiento probatorio, enlaza los dos significados previamente mencionados (función cognitiva): medio de prueba y aserción verificada de hechos. Se trata de una confirmación o una inferencia que parte de los medios de prueba y llega al conocimiento de los hechos relevantes, permitiendo tomar una decisión apropiada.

La prueba (o evidencia) entendida como procedimiento probatorio es la que se considera que tiene el significado más ajustado a la función de la prueba en el procedimiento procesal penal: probar la verdad de un enunciado relacionado con hechos relevantes para tomar una decisión (función justificativa).

Podemos encontrar en la literatura procesal penal los siguientes adjetivos que cualifican a la prueba: directa, indirecta, circunstancial, presunta, crítica, histórica, demostrativa, inductiva, deductiva, etc. Los expertos en teoría de la prueba aprecian diferencias en la doctrina y en la jurisprudencia en la

forma de entender las pruebas así adjetivadas. Centrándonos en la distinción más común, es decir, entre las denominadas pruebas directas e indirectas, Gascón observa tres criterios para distinguirlas:

- a) Criterio de intermediación: poner hechos a prueba o verificar enunciados sobre esos hechos. La prueba directa consiste en la confirmación empírica inmediata del enunciado sujeto a prueba, mientras que la indirecta nos permite poner hechos a prueba a través de otros hechos y mediante una inferencia. Las pruebas relacionadas con hechos pasados son siempre indirectas. Sólo las observaciones inmediatas de hechos puestos a prueba pueden ser pruebas directas.
- b) Criterio inferencial: si la inferencia es deductiva, la prueba es directa; si es inductiva, es indirecta. Con la primera se utilizan las reglas de la lógica deductiva; con la segunda se utilizan generalizaciones y las leyes de la probabilidad. Con la primera alcanzamos resultados necesarios; con la segunda resultados sólo probables.
- c) El criterio predominante en la doctrina y en la jurisprudencia es el siguiente, de acuerdo a la opinión de Gascón:

c.1) Prueba directa: el hecho que ha de probarse aparece directa y espontáneamente, sin mediación y razonamiento, desde un medio o una fuente de prueba; se dice que es capaz, por sí misma, de fundamentar la convicción judicial sobre el hecho. Se identifica con la prueba histórica y, por tanto, con el testimonio y la prueba documental.

c.2) Prueba indirecta: el hecho que ha de ser probado no aparece directa y espontáneamente a partir de un medio o fuente de prueba porque se necesita un razonamiento; se dice que no es capaz, por sí misma, de fundamentar una convicción judicial sobre el hecho.

Gascón argumenta que esos criterios son un ejemplo de una cierta confusión entre los conceptos de procedimiento probatorio, medios de prueba y prueba en sentido estricto. La asimilación entre prueba directa y prueba histórica es falsa porque la prueba histórica no se refiere siempre al hecho que ha de probarse de forma directa. La distinción entre prueba directa e indirecta referida al procedimiento probatorio es inconsistente porque, en ambos casos, se realiza el mismo tipo de inferencia. Un testimonio sólo prueba que un testigo ha dicho algo, pero no prueba el hecho al que se refiere.

Finalmente - dice Gascón -, la distinción sólo tiene sentido cuando se interpreta la prueba como resultado de un proceso probatorio, es decir, como hecho explicativo verificado. Es así porque el adjetivo "directa" significa que la prueba está directamente relacionada con el hecho disputado, el cual queremos probar y sobre el que depende la decisión judicial; mientras que el adjetivo "indirecta" significa justo lo contrario.

Argumenta Gascón que el criterio más convincente para distinguir los procedimientos probatorios es la posibilidad de la verificación empírica observacional, y si eso no es posible, el tipo de inferencia utilizado: deductiva o inductiva. Por eso, el primer tipo es denominado "prueba directa" y el segundo "prueba inferencial".

Dentro de la prueba inferencial puede distinguirse la prueba deductiva de la indirecta o inductiva.

Por tanto, Gascón hace la siguiente propuesta diferenciadora, fundamentada en un marco lógico consistente:

Prueba directa: procedimiento de conocimiento de un hecho (o verificación de un hecho explicativo) fundamentada en observaciones realizadas directamente por los jueces.

Prueba deductiva: procedimiento de conocimiento de un hecho (o verificación de un hecho explicativo) fundamentada en una inferencia deductiva a partir de otras aserciones verificadas.

Prueba indirecta o inductiva: procedimiento de conocimiento de un hecho (o verificación de un hecho explicativo) fundamentada en una inferencia inductiva a partir de otras aserciones verificadas.

Por último, Gascón distingue los siguiente tipos de prueba *in strictu sensu*: (i) considerando el tipo de procedimiento probatorio por el que se ha obtenido la prueba; (ii) considerando si constituye el fin del procedimiento probatorio o se utiliza como argumento para probar otros hechos explicativos; (iii) considerando si es suficiente para fundamentar una decisión judicial o no.

La distinción (i) conduce a verificaciones o confirmaciones directas, conclusiones e hipótesis. Las verificaciones o confirmaciones son enunciados observacionales y resultados de una prueba directa. Las conclusiones son resultados de una prueba deductiva. Finalmente, las hipótesis son resultados de una prueba indirecta o inductiva.

La distinción (ii) conduce a separar las pruebas puras y simples de los enunciados probatorios. Las primeras son hechos explicativos que son resultados de procedimientos probatorios, y los segundos son hechos explicativos verificados utilizados como premisas para probar otros hechos explicativos. Los enunciados probatorios utilizados para probar otros se llaman *elementos de prueba*. Los enunciados probatorios de procedimientos de prueba indirecta o circunstancial se llaman *indicios*.

Respecto a la distinción (iii), la prueba incompleta contribuye, generalmente, a la decisión judicial como un indicio.

En la doctrina y en la jurisprudencia es común identificar la prueba completa con la prueba directa, y la incompleta con la indirecta o los indicios.

5.7.4 Distinguiendo términos con mayor profundidad: verdad lógica, certeza, opinión, probabilidad subjetiva, evidencia, creencia y fe

Las causas de la certeza son la evidencia y la autoridad de quien merece nuestra confianza. La primera recibe el nombre de certeza racional (física o metafísica) y la segunda certeza-creencia o moral. Si no existen esas certezas, nos encontramos ante una opinión.

El concepto de probabilidad subjetiva es especialmente necesario en la ciencia forense debido a que los hechos que se investigan son únicos e irrepetibles, al igual que las circunstancias concurrentes, por lo que un concepto de probabilidad basado exclusivamente en la frecuencia no serviría para asignar probabilidades a las hipótesis que pudieran explicar los hechos o a las observaciones considerando ciertas las hipótesis pertinentes.

Por esta razón, Lindley (Lindley, 2007, página 12) describe el proceso de generación de un enunciado probabilístico sobre hechos como “personalista”. Conscientemente emplea el término “creencia” en lugar de “opinión” para enfatizar esta cualidad del juicio de probabilidad. Lo probable significa “*grado de creencia que un investigador tiene sobre la ocurrencia de un hecho*” (Taroni et al., 2006, página 1). La probabilidad equivale a un ajuste de la creencia en la ocurrencia de un hecho. La medida de la incertidumbre sobre la ocurrencia de un hecho se expresa mediante grados de creencia.

El adjetivo “personal” se utiliza para subrayar que cada persona asigna a un suceso una probabilidad de acuerdo con lo que conoce o asume a priori, por lo que bien puede suceder que dos personas asignen a un mismo hecho dos probabilidades distintas en función de esas variables, siendo ambas asignaciones razonables. La forma de expresar el subjetivismo en el concepto de la probabilidad es definiéndolo como “grado de creencia personal”.

Sabemos que el término “creencia” es polisémico y que uno de sus significados es el de una mera opinión. Por definición, toda opinión es incierta. No tiene sentido hablar de grados de opinión. Las opiniones se enuncian. Lo que sí es graduable es la incertidumbre que experimentamos sobre una opinión. Lo graduable es la convicción con la que subjetivamente defendemos la veracidad de una opinión. Por tanto, cuando hablamos de grados de creencia descartamos que sea equivalente a grados de opinión por su inconsistencia con la lógica de los conceptos.

Sin embargo, en el lenguaje común hablamos de grados de creencia como equivalente a grados de incertidumbre. Por ejemplo, cuando decimos “creo que ...”. En este caso, añadir el calificativo de “personal” parece superfluo porque la incertidumbre es inherente, por su propia naturaleza, a una determinada inteligencia y al ejercicio de un determinado acto de conocimiento.

La subjetividad de la que hablan los expertos en inferencia probabilística en ciencia forense para el concepto de probabilidad es algo, en nuestra opinión, muy bien justificado y muy bien aplicado en la lógica matemática por ellos desarrollada (Taroni et al., 2014; Biedermann, 2015; Lindley, 2007; Aitken and Taroni, 2004; Taroni et al., 2001). Sin embargo, los términos que utilizan para expresar el significado de la probabilidad y la subjetividad relacionados con la teoría del conocimiento no tienen, a nuestro entender, el mismo rigor. Carecen de la necesaria fundamentación ontológica y les falta rigor lingüístico, dificultando la comunicación Tribunal-perito y la aplicación de los avances de la ciencia forense en las expresiones de las conclusiones.

Parece razonable evitar una terminología como “personal grado de creencia” para definir lo que es “probable”, ni siquiera con la razonable intención de subrayar su carácter subjetivo, porque si entendemos correctamente la expresión “grado de incertidumbre” llegamos al mismo puerto.

Las mismas razones que pueden justificar “grados de creencia” más generalizados (menos subjetivos), es decir, los que se fundamentan en datos que la mayoría puede compartir por su naturaleza frecuentista (Taroni et al., 2006, páginas 20-21), se aplican con igual eficacia que si hablamos de “grados de incertidumbre”.

En este sentido, la epistemología general o teoría del conocimiento puede ofrecer una importante contribución a la inferencia probabilística en la ciencia forense. La precisión terminológica alcanzada durante siglos de discusiones filosóficas puede ser una buena aliada si se acogen, por ejemplo, los términos acuñados por la escuela del realismo moderado aristotélico-tomista porque garantizan coherencia interna.

Con la intención de ofrecer una crítica constructiva, analizamos la terminología de la obra citada de Lindley como exponente de una literatura dominante en el ámbito de la estadística forense bayesiana. Lindley subraya que se necesita un término que describa lo que sentimos sobre la ocurrencia de un suceso y elige la expresión “grado de creencia”.

Afirma que tenemos el grado de creencia más alto cuando pensamos que el suceso es verdadero, y el menor cuando pensamos que es falso. Enfatiza la utilidad del término “creencia” porque afirma que la incertidumbre se genera en una relación entre nosotros y un suceso.

Dice que la creencia no reside enteramente en nosotros porque se refiere a un mundo externo a nosotros mismos, pero tampoco es una propiedad exclusiva del mundo externo porque el grado de creencia que tiene una persona puede diferir al de otra.

El término “creencia” expresa, de acuerdo con Lindley, una relación entre nosotros y el mundo, particularmente entre nosotros y un suceso acaecido en ese mundo. Concluye que la probabilidad se utiliza para medir la fuerza de nuestra creencia sobre la ocurrencia del suceso.

Lindley subraya que la probabilidad no existe en el mundo exterior, avalando las tesis de Bruno de Finetti⁸⁰. Sin embargo, pensamos que la terminología que usa Lindley para expresar el concepto de probabilidad subjetiva no es afortunada.

De los tres significados que tiene el término “creencia” (juicio en general, juicio con reservas u opinión, o certeza-creencia) de acuerdo con la obra citada de Verneaux, Lindley nos sorprende dándole un cuarto significado: el de convicción o confianza. Esa convicción o confianza es graduable y guarda una relación inversamente proporcional al grado de incertidumbre que una persona puede tener sobre la ocurrencia de un suceso.

Los juicios se enuncian, no son graduables. Son verdaderos si se ajustan a la realidad y falsos si no se ajustan a ella. Nuestra convicción sobre si se ajustan o no a la realidad sí es graduable y para expresar nuestro grado de convicción subjetiva sobre si un juicio se ajusta o no a la realidad empleamos los términos certeza e incertidumbre. Si alcanzamos el máximo grado de convicción posible nos encontramos en el estado mental de certeza. En otro caso, en el de incertidumbre. Por tanto, no necesitamos nuevos términos para expresar esos estados mentales subjetivos.

Podemos hacer una excepción cuando el significado de “creencia” sea el de certeza-creencia porque, en este caso, parece razonable pensar en la posible necesidad de sostener una graduación en la confianza que nos inspira la autoridad en la que apoyamos la veracidad de un enunciado o de la ocurrencia de un suceso. Se trata de un ajuste análogo al que hicimos con respecto a la certeza, es decir, un ajuste epistemológico debido al diferente crédito que a un individuo le proporcionan las distintas autoridades que pueden ser la causa de su certeza.

En cualquier caso, en la certeza-creencia interviene necesariamente la voluntad. Este aspecto refleja una diferencia esencial con respecto a la certeza meramente intelectual. De ahí la relevancia de distinguir los verbos “conocer” y “creer”, como ya se apuntó anteriormente.

La certeza-creencia no es fruto de una evidencia sensible o intelectual, mediata o inmediata, percibida por la inteligencia en el objeto conocido, como ocurre en la ciencia. El asentimiento en la certeza-creencia procede, exclusivamente, de la voluntad. Si hubiera ciencia, no haría falta la fe, estrictamente hablando.

El problema detectado por el uso del término “creencia” y su expresión derivada “grado de creencia” es el sesgo semántico dominante en la literatura científica de la teoría de la probabilidad, fundamentalmente desde la aparición de la inferencia bayesiana.

La creencia ha sido identificada con los juicios subjetivos y los grados de creencia con una forma específica de entender la probabilidad, concretamente la llamada probabilidad subjetiva. Los

⁸⁰ A. Biedermann (Biedermann, 2015, página 145) cita las siguientes palabras escritas por Bruno de Finetti: “...‘La probabilidad no existe’, mediante lo cual quiero decir que la probabilidad no ‘existe’ por sí misma, independientemente de las evaluaciones que hacemos sobre ella mental e instintivamente”, y justo al final dice: “La pregunta sobre ‘¿cuál es la probabilidad? (...)’ no sólo es deficiente por el artículo ‘la’, sino también por ‘es’. En la página 144 A. Biedermann afirma que: “Representa un juicio hecho por alguien que se basa en su valoración de la evidencia disponible”. Si nos atenemos al concepto lingüístico de incertidumbre, sabemos que se refiere a un estado de la mente sobre la verdad de un juicio. Se relaciona con una operación intelectual realizada por un individuo capaz de hacer tal tarea y, también, con el resultado de esa operación. Es más, se relaciona con un resultado insatisfactorio de esa operación porque el intelecto aspira a descansar en la posesión de la verdad cuando reconoce la realidad. La incertidumbre es un ente cuya existencia reside sólo en la mente, aunque proceda del conocimiento directo que los seres humanos tenemos de la realidad en última instancia. La medida de esa pérdida graduable se concibe como un juicio subjetivo por aquellos que defienden la denominada noción subjetiva de la probabilidad.

enunciados y las proposiciones se consideran objetos de creencias – es decir, creencias - y se dice que una forma de medir la incertidumbre es la que puede hacerse a través de la función de creencia (Cred), con variables p (proposiciones) y s (sujeto), cuyos valores se insertan en el intervalo cerrado $[0, 1]$, que representa el “grado de creencia” que un sujeto s tiene de una proposición p: $Cred(s, p) \rightarrow [0, 1]$, siendo 0 la creencia nula, 1 la creencia plena, y cualquier otro valor una creencia parcial (Velarde, 2005, página 28).

La inferencia bayesiana combina probabilidades basadas en datos (también llamadas probabilidades objetivas o frecuentistas) con probabilidades subjetivas (asignadas considerando experiencia, conocimiento e información) (Aitken y Taroni, 2004, páginas 21-22). Lo que queremos resaltar ahora es la gradual consolidación - en la literatura científica especializada sobre evaluación de la evidencia por expertos forenses - de la asimilación entre los conceptos de “creencia” y juicios subjetivos, por una parte, y entre la medida de la incertidumbre de tales juicios subjetivos (enunciados y proposiciones) y la medida de creencia en tales creencias (los mismos enunciados y proposiciones), por otro. A nuestro juicio, es un ambiguo modo de entender el término “creencia” que puede causar incomprendiones a la hora de distinguir entre los verbos “conocer” y “creer”.

Sugerimos cambiar la expresión “personal grado de creencia” por “personal grado de credibilidad”. Aunque sea la primera expresión la que se utiliza en la literatura especializada, de acuerdo con su significado etimológico “credibilidad” procede de la palabra latina “credibilis”, que significa cualidad de lo creíble. De forma análoga, “probabilidad” procede de la palabra latina “probabilitas”, que significa cualidad de lo probable, algo que puede ocurrir.

Un concepto se define como una cualidad de otro cuando describe una determinada propiedad. En este caso, hemos descrito unas propiedades de un juicio (las cualidades de probabilidad y credibilidad), y como consecuencia de ello, el juicio puede ser probable y creíble. ¿Pero hasta cuánto el juicio es probable o creíble? Eso lo determinan las cualidades, que son graduables, tanto la credibilidad como la probabilidad. El término “personal” tiene que ver con lo que el sujeto que hace el juicio asume y conoce a priori – que le permite graduar las cualidades referidas - antes de emitirlo y asentirlo.

“Creencia”, en cuanto juicio, no es una cualidad. Las creencias se enuncian, se aseveran, se corroboran, se afirman, se rechazan. Sin embargo, cuando hablamos de “credibilidad” nos referimos a una cualidad, a una propiedad que una creencia (juicio) tiene para nosotros: concretamente, en qué medida la creencia nos merece crédito. Así, como medida de credibilidad, la credibilidad es graduable y, por tanto, resulta pertinente hablar de grados de credibilidad.

¿Cuál es el ámbito de los “grados de creencia” utilizados en la ciencia forense en el concepto de probabilidad subjetiva? ¿Cuál es la naturaleza de tal subjetividad? Taroni et al. responden – utilizando las palabras de Bruno de Finetti – que la creencia se configura con conocimiento, experiencia e información (Taroni et al., 2001, páginas 145-150). Si la subjetividad está relacionada con esos tres factores, los autores de esta obra piensan que la palabra apropiada que ha de usarse es la de opinión (asentimiento con reservas o, lo que es lo mismo, con incertidumbre), pero no creencia, y la firmeza del asentimiento se expresa correctamente en términos de grados de incertidumbre o credibilidad, que son complementarios entre sí.

Por consiguiente, defendemos que es incongruente utilizar la expresión “grados de creencia” para describir la naturaleza de la probabilidad subjetiva. Aunque haya sido hecho con la buena intención de subrayar que la probabilidad es un estado mental y no un estado de naturaleza copiando a Savage, los autores consideran que el término probabilidad no necesita ser calificado para explicar su verdadera naturaleza desde la epistemología realista aristotélico-tomista. La

respuesta está en comprender adecuadamente la naturaleza del acto de conocer: la respuesta tiene, básicamente, naturaleza epistemológica.

Así como las probabilidades que pueden asignarse a sucesos reales son todas ellas condicionales, no es posible concebir actos de conocimiento reales sin conocimientos, informaciones o experiencias previas. Y dentro de ellos hay algunos de origen inmediato y otros mediatos (la mayoría de los segundos son creencias fundamentadas en la autoridad de la que proceden los conocimientos, informaciones o experiencias). Por consiguiente, si la expresión “grado de credibilidad” es preferida por los autores a la expresión “grados de incertidumbre” no es consecuencia de que acepten el concepto de probabilidad subjetiva como lo entienden los bayesianos que asumen tesis filosóficas escépticas, sino porque reconocen que, en la práctica, el conocimiento real disponible sobre la ocurrencia de un suceso es frecuentemente una mezcla de conocimiento directo y de conocimiento fundamentado en la confianza que al interesado le produce la autoridad de la que proviene.

Por otra parte, la estadística bayesiana combina las probabilidades basadas en datos (también llamadas “objetivas” o “probabilidades frecuentistas”) con probabilidades subjetivas (asignadas considerando experiencia, conocimiento e información) (Aitken et al., 2004, páginas 21–22) y Shafer desarrolló una teoría de la creencia basada en ideas previamente proporcionadas por Dempster que se considera una extensión de la teoría de la probabilidad subjetiva.

Shafer critica la probabilidad bayesiana subjetiva enfatizando que es incapaz de distinguir entre la falta de creencia y la increencia, pero lo relevante aquí no es el desarrollo de su teoría sino la gradual consolidación en la literatura científica sobre la evaluación de la evidencia de la similitud entre el concepto de creencia y los juicios subjetivos, por una parte, y la medida de la incertidumbre de tales juicios subjetivos (enunciados y proposiciones) y la medida de la creencia de tales creencias por otra.

Se trata, a nuestro juicio, de una forma claramente ambigua de entender el término “creencia” que puede causar, a nuestro entender, incompreensiones para una correcta distinción entre los verbos “conocer” y “creer”.

Cuando las probabilidades se piensan como grados personales de creencia – como ocurre en la escuela de inferencia bayesiana – se emplean expresiones como *creencias “fuertes” y “débiles”, evidencias “ciertas” o “duras”, o evidencias “inciertas” o “suaves”* (Taroni et al., 2006, páginas 1, 19 y 41). La calificación “fuerte” o “débil” se utilizan porque la creencia se entiende como convicción. Lo que es fuerte o débil es el grado de convicción sobre la veracidad de un juicio por parte del cognoscente o, en otras palabras, la credibilidad que la persona le otorga. Desde una perspectiva epistemológica, es la credibilidad la que puede ser fuerte o débil, no la creencia entendida como juicio, porque en esta última acepción no es graduable.

Cuando se califica al término “evidence” en inglés con los calificativos de “cierta” o “dura”, en el contexto de la evaluación de la evidencia forense, se entiende que la proposición que condiciona a la evidencia cuya probabilidad estamos interesados en conocer, se considera cierta.

Y cuando se califica al referido término como “incierta” o “blanda o suave”, se entiende que la proposición que condiciona a la evidencia cuya probabilidad estamos interesados en conocer se considera incierta. En el primer caso, si queremos conocer las probabilidades *a posteriori* de las proposiciones, tendremos que emplear el teorema de Bayes. En el segundo, la regla de Jeffrey. Pueden consultarse en ANEXO V sendos enunciados matemáticos del teorema y regla citados.

5.7.4.1 Evidencia y verdad lógica

El concepto filosófico de evidencia es uno de los más discutidos a lo largo de la historia de la filosofía al estar inserto en la teoría del conocimiento. Dependiendo de la opinión filosófica que consideremos, el concepto tiene diferentes significados o, incluso, se confunde con otros términos.

Evidencia es un sinónimo del término “claridad”. Su origen etimológico es griego y su significado original se relaciona con la claridad de lo que brilla o lo diáfano.

Si la verdad lógica se define como la correspondencia entre la cosa conocida y lo entendido por la inteligencia, resulta clave conocer si esa correspondencia se ha conseguido o no, o de forma más detallada, si somos capaces de medir esa conformidad. Si la conformidad es plena, hablamos de evidencia. En otro caso, hablamos de lo posible o de lo probable.

Por consiguiente, la verdad lógica, la percibida por nuestra inteligencia cuando actúa, no consiste en la claridad del juicio, si bien no seríamos capaces de saber si el juicio es verdadero o no sin esa claridad (evidencia). A esto se le llama “criterio de verdad” porque es el procedimiento a través del cual la verdad aparece clara a nuestra inteligencia.

La evidencia percibida por nuestros sentidos es inmediata. Cuando razonamos deductivamente, la conclusión lógica a partir de las premisas es percibida por nuestra inteligencia como evidencia, pero en este caso es mediata e intelectual. La claridad en la inteligencia que confirma lo pensado con lo real (o, en su caso, lo pensado con lo previamente pensado) tiene la misma fuerza que la alcanzada en un experiencia sensible.

Arana comenta en (Arana, 2012, página 33): *“Tanto racionalistas como empiristas quedaron atrapados en su propia trampa para cazar verdades porque les fascinaba la ecuación que iguala verdad a evidencia y evidencia a certeza... En definitiva la certeza se convierte en presupuesto de la evidencia y esta en requisito de la verdad. El eje epistemológico verdad-evidencia-certeza bascula sobre el polo subjetivo y así el hombre se convierte en medida de todas las cosas que tienen que ver con el saber ... riguroso.”* Esta descripción de los términos verdad, evidencia y certeza tiene la típica carga semántica propia del inmanentismo.

La distinción entre evidencia intrínseca y extrínseca es clásica (Vernaux, 1971, páginas 150-154). La primera se caracteriza por la aparición directa de la verdad de un juicio a la inteligencia. La segunda es diferente. Un clásico ejemplo de evidencia extrínseca es el testimonio. Lo que fue testificado no puede hacer evidente lo que sucedió en su día. El testimonio no puede ni mostrar ni probar lo que ocurrió. Sólo puede garantizar que el suceso tuvo lugar. La veracidad del testimonio pudiera llegar a ser evidente si existieran otros medios de prueba que la corroborasen (por ejemplo, mediante las similitudes observadas entre distintos testigos independientes). Un buen ejemplo que ilustra la naturaleza de la evidencia mediata es el juicio histórico.

La evidencia extrínseca necesita siempre la ayuda de la voluntad para ser aceptada. Eso no sucede con la evidencia intrínseca, que se impone a la inteligencia por sí misma. Para aquellos que ignoran determinados hechos históricos, el rechazo de la voluntad a una determinada afirmación histórica no puede calificarse como algo irracional. Sin embargo, quienes rechazan, voluntariamente, una evidencia sensible, sí pudieran ser tachados de irracionales.

Recordemos, de nuevo, lo que la epistemología aristotélica afirma sobre la verdad lógica (Vernaux, 1971, páginas 124-129):

- La verdad lógica no tiene grados porque su fundamento último es la existencia. La verdad lógica es indivisible porque no existe algo intermedio entre ajustarse a la realidad o no.

- La verdad lógica existe en la inteligencia.
- La verdad lógica o el error sólo existen cuando se enuncia un juicio. La unión de los términos de un juicio (sujeto y predicado) tiene un sentido existencial, la unión es real. De este modo, en el juicio hay una reflexión que percibe la conformidad de la atribución al ser.

Un existencialismo como el descrito sostiene que lo real, lo dudoso, lo que se rechaza o lo imaginado se comprenden en relación a la existencia.

5.7.4.2 Ciencia, creencia y fe

Podemos diferenciar bien esos términos si distinguimos los significados de los verbos “conocer” y “creer”. La ciencia, en sentido estricto, comprende aquellos casos en los que el juicio viene determinado por el objeto de conocimiento. En otros casos, nos encontramos ante opiniones o actos de fe.

El término “creencia” se utiliza con los siguientes significados (Vernaux, 1971, página 138):

- (i) cualquier tipo de juicio – en su más amplio sentido -;
- (ii) aseveración incierta: opinión;
- (iii) acto de fe o certeza-creencia.

La certeza-creencia puede tener dos formas (Vernaux, 1971, página 139):

- (i) la no basada en razones objetivas sino en el deseo: fideísmo;
- (ii) la basada en razones objetivas que no fuerzan a asentir.

Cualquier acto de fe no fideísta está basado, en última instancia, en un acto de conocimiento. No tiene sentido concebir la certeza-creencia como una cadena infinita de actos de fe puesto que se confundiría con el fideísmo.

5.7.5 Más distinciones: incertidumbre, indeterminación, causa, principio, condición y ocasión

5.7.5.1 Incertidumbre frente a indeterminación

El concepto de incertidumbre es posible subsumirlo en el de indeterminación produciéndose una metonimia. La literatura científica especializada distingue entre incertidumbre epistémica y aleatoria. La primera está ligada a falta de conocimiento o información. La segunda a una propiedad observable en la naturaleza.

La incertidumbre epistémica se vincula con el grado de convicción que una persona alcanza sobre la veracidad de un enunciado y la incertidumbre aleatoria al efecto del principio determinístico de causalidad considerado evidente observando la naturaleza.

Los que han defendido el determinismo científico, el paradigma de la mecánica clásica, han confundido los términos “incertidumbre” e “indeterminación”, dándole al primero un significado ajeno al de su naturaleza epistemológica, es decir, el hecho de que sea un estado de la mente después de que la inteligencia emita un juicio. La incertidumbre existe en la mente, únicamente, mientras que el determinismo científico se predica del mundo real, del universo material. Si se igualan los términos “incertidumbre” e “indeterminación”, se produce una confusión entre el orden lógico y el orden real.

Cuando Heisenberg formuló su famoso principio de indeterminación, puso en cuestión el principio de causalidad tal y como era entendido por la tesis mecanicista clásica, es decir, un determinismo que explica la realidad material exclusivamente desde la necesidad.

Cuando un individuo conoce algo real, puede encontrarse en el estado mental de incertidumbre con independencia de que el fenómeno que estudie se encuentre en el macrocosmos (en el que los deterministas científicos afirman que no hay incertidumbre), o en el microcosmos (en el que los científicos de la mecánica cuántica afirman que existe indeterminación).

De acuerdo a la filosofía del ser, el azar objetivo (aquél cuya existencia se supone fuera de nuestra mente, es decir, en el mundo real) es ausencia de ser, un puro ente de razón⁸¹. Y el azar subjetivo (aquél cuya existencia se supone exclusivamente en nuestra mente), ausencia de conocimiento (Arana, 2012, páginas 152-153).

Afirma Arana que los físicos hablan frecuentemente de azar y necesidad, pero que los metafísicos necesitan encontrar un compañero menos vano que el azar para explicar la realidad (entendiendo por realidad aquí la que está fuera de nuestra mente), y que ese compañero se llama contingencia, es decir, la existencia de ausencia de necesidad en la realidad.

El término contingencia ha de ser entendido como lo expresa la filosofía del ser: lo contingente es lo que no puede existir por sí mismo, sino que existe por el acto de ser de otro. Para esta escuela de pensamiento sólo hay una plenitud de ser cuya esencia se identifica con su existencia: Dios. Los demás seres pueden existir por sí mismos – los llamamos sustancias -, o en otros – los llamamos accidentes – pero, en todo caso, sus actos de ser son participados y están limitados por la esencia.

Los deterministas científicos han conseguido domesticar el azar, empleando palabras de Hacking, permitiéndoles, paradójicamente, hablar de leyes del azar. Se trata de una parte de la realidad que está también sujeta a su ideología determinística. Los deterministas científicos aceptan el azar porque es neutral, es decir, les permite explicar la realidad sin tener que aceptar la causalidad final.

Arana explica, inteligentemente, que *“el azar no es ‘lo otro’ de la necesidad, sino ‘lo mismo’ negativamente expresado.”*

La contingencia – afirma Arana – es *“una idea que no se reduce a una necesidad vuelta del revés, sino que apunta a algo verdaderamente diferente y por eso mismo mucho más trabajosamente expresable en términos de números y leyes.”* (Arana, 2012, página 150).

“Convendría tener bien presente que el azar, en sentido relativo, es un concepto sin contenido sustantivo propio que designa lo que deja de determinar cierto dominio epistémico (disciplina o teoría)” (Arana, 2012, página 60). En otras palabras, *“La existencia actual (real) exige perfecta definición de todos los rasgos que la configuran”* (Arana, 2012, página 59), por consiguiente, *“La ‘indeterminación ontológica’ no puede ser aceptable...”* porque infringe el principio de no contradicción. Aquellos que defienden la existencia real de la indeterminación ontológica (azar objetivo) se escandalizan cuando oyen hablar a quienes explican la realidad mediante la contingencia – dice Arana -.

⁸¹ El ente de razón, según la escuela aristotélico-tomista, es una irrealidad necesariamente inexistente (Millán Puelles, 1990).

5.7.5.2 Causa frente a principio, condición y ocasión

Hume redujo el influjo causal a una mera secuencia cronológica de fenómenos. Si definimos la ciencia como conocimiento cierto por sus causas y negamos la causalidad, caeremos inevitablemente en alguna de las formas de escepticismo.

Hume no negó la causalidad propiamente sino la posibilidad de conocerlas a partir de la observación de fenómenos. Las proposiciones causales no son verificables para él. Sostuvo que los seres humanos creen en su existencia porque observan cronológicamente la sucesión de los fenómenos y piensan que son interdependientes.

Sin embargo, la continuidad temporal observable en muchos fenómenos causales no es una condición necesaria para toda causa. Por ejemplo, existen numerosos niveles de responsabilidad en la vida profesional, pero no tiene sentido sostener que cada nivel conseguido es causa de consecución del siguiente en el orden jerárquico, sino una condición. No pueden confundirse los conceptos de causa, principio, condición y ocasión.

Millán Puelles asevera que *“el más propio y riguroso significado del término causa es el que se establece mediante sucesivas determinaciones de la noción de principio”* (Millán, 2002, página 75). Si llamamos principio a aquello de lo que algo procede, la forma de procedencia no viene determinada en el concepto. Los conceptos de causa y principio son distintos debido a que en el primero se determina el modo de procedencia y en el segundo no.

Millán da un paso más y distingue entre principios reales y lógicos antes de explicar el concepto de causa. Las premisas de un silogismo son principios lógicos de la conclusión. La conclusión se infiere de las premisas, pero estas últimas no pueden considerarse principios reales de la primera. Los padres, sin embargo, son principios reales de sus hijos.

Millán vuelve a precisar más y distingue entre principios reales positivos y negativos (Millán, 2002, páginas 76-77).

Los negativos consisten en alguna falta o privación. Por ejemplo, para que podamos estar, en un momento dado, en Madrid, es necesario que dejemos de estar en otro lugar diferente. Para que podamos morir, antes hemos de estar vivos.

Los positivos *pueden o no* conferir algún ser a aquello de lo que son principio. Por ejemplo, en un movimiento realizado por un vehículo, cada instante del proceso de movimiento es real pero no existe una dependencia en el ser de un instante respecto al siguiente aunque sí en su llegar a ser: para que el instante 2 se produzca es necesario que se haya producido ante el instante 1: podemos hablar de una dependencia en el hacerse. Otro ejemplo de principio real y positivo es el de las etapas preconcebidas de un plan para cometer un crimen. Tienen un orden cronológico, pero el cumplimiento efectivo de la primera etapa – la preparación del plan - no garantiza que se cumplan el resto por muy principio que sea de todas ellas. No obstante, existe una dependencia en el hacerse entre las etapas, análoga a la dependencia del anterior ejemplo.

Pues bien, para que un principio real y positivo sea una causa, hace falta que aquello de lo que es principio dependa de él en el ser o en el hacerse. Así, el mencionado plan para cometer un crimen es realmente una causa porque sin él, la actividad criminal no habría podido producirse. Esta clase de causa recibe el nombre de causa final. Otro ejemplo de principio real y positivo que constituye una causa es la actividad criminal consistente en disparar a una víctima. La condición de víctima se adquiere a partir de la acción del disparo. La causa que produce el estado de víctima en una persona inocente es un ejemplo de causa eficiente.

Los principios reales y positivos que confieren el ser, como el ejemplo de unos padres en la generación de su hijo, son los que más fácilmente pueden percibirse intuitivamente por todos como causas.

Por consiguiente, causa es un principio real y positivo del cual algo procede y es dependiente en el ser o en su llegar a ser (en su hacerse). Ha de haber una distinción real entre la causa y el efecto. Y debe haber, además, una clara prioridad de la causa sobre el efecto, una prioridad relacionada con la existencia en el orden natural, es decir, la perfección que una causa puede producir ha de encontrarse antes en ella. Aunque esa prioridad sea en muchos casos temporal, esa clase de prioridad no es esencial para el concepto de causa.

La noción de causa-efecto⁸² se caracteriza por las siguientes propiedades (Alvira, 2001, páginas 207-208):

- Efectiva dependencia en el ser o en el llegar a ser (o hacerse): una causa es tal si el efecto es imposible que sea o que pueda llegar a ser (o hacerse).
- Distinción real entre la causa y el efecto.
- Prioridad de la causa sobre el efecto: cada causa es previa al efecto de acuerdo con un orden natural. La perfección conferida o producida en el efecto ha de encontrarse, de alguna forma, previamente en la causa. Esta priorización no implica que deba ser siempre de carácter temporal.

Sólo es posible comprender bien el principio de causalidad en la filosofía del ser partiendo de su concepto de ser: la noción de ser no es género, es decir, no es posible añadirle nada, diferencia alguna, que no esté incluida en su concepto. Esta propiedad de la noción de ser recibe el nombre de extensión. Por tanto, la noción de ser tiene la máxima extensión nocional imaginable, es decir, cubre toda clase de realidades. Pero además de la propiedad de la extensión, la noción de ser tiene la propiedad de la máxima comprensión, cubre todas las características particulares de toda clase de realidad.

Debido a cómo se concibe la noción de ser en la filosofía del ser, para que podamos singularizar a un ente real no basta decir que se trata de un ser, sino que necesitamos definir su modo de ser, es decir, su esencia.

Todas las realidades singulares son seres porque tienen ser, pero se distinguen entre sí por la esencia. El ser es principio de unidad. La esencia es principio de diversidad.

La noción de ser como género ha sido concebida por filósofos que entienden los conceptos metafísicos como conceptos lógicos. De acuerdo con esos filósofos, lo que la inteligencia conoce primeramente son los entes singulares. Después conoce las esencias por abstracción. Y, en último término, conoce el más abstracto de todos los conceptos: el ser. Así, el ser es concebido como la idea más generalizada de ente. La consecuencia directa de esta forma de pensar es que la metafísica no tiene nada que ver con la experiencia y la realidad.

⁸² D. Lindley (Lindley, 2007, páginas 57-58) subraya la necesidad de distinguir entre 'asociación' y 'causación' cuando estamos interesados en desarrollar el concepto de probabilidad sobre un suceso incierto E, dado que conocemos o suponemos cierto otro suceso F, es decir, $p(E/F)$, describiendo la 'asociación' como 'viendo', y la 'causación' como 'haciendo'. La causación ha sido entendida por algunos filósofos exclusivamente como eficiencia, por eso, algunos científicos que piensan como ellos tienen esa misma visión reduccionista sobre la relevancia de la causalidad en el quehacer científico. Los argumentos de Lindley sobre las probabilidades en ese apartado son muy relevantes desde el punto de vista de la lógica.

Ahora podemos distinguir el concepto de causa de los restantes conceptos mencionados en el epígrafe: principio, condición y ocasión.

Principio es aquello de lo que algo procede, de alguna forma. Por tanto, toda causa es principio pero no al revés. El principio implica un comienzo o un orden. La causa es, sin duda, un tipo de principio. También la privación puede considerarse un tipo de principio si se entiende que la ausencia de una perfección es necesaria para poder adquirirla.

La condición es un requisito necesario para ejercer la causalidad. Hace posible o impide que se ejercite una causa, pero la condición no tiene causalidad.

Una ocasión es una situación beneficiosa para el ejercicio de la causalidad. Sin embargo, no es una condición necesaria para la que causa actúe.

5.7.6 Certeza, incertidumbre, probabilidad y entropía.

Las teorías de la probabilidad y de la información han desarrollado una representación matemática del estado de la mente que llamamos certeza con respecto a la ocurrencia de un suceso o la verdad de un enunciado. La primera la mide con dos valores opuestos: 0 y 1, donde 0 significa certeza negativa (por ejemplo, con respecto a que el suceso no ocurrió o a que el enunciado es falso) y 1 certeza positiva (con respecto a que el suceso ocurrió o a que el enunciado es verdadero). La entropía, sin embargo, representa la certeza mediante el valor 0, con independencia de si se trata de una certeza negativa o positiva.

Cuando tratamos de realizar una medición directa de alguna propiedad de la realidad o, como en nuestro caso, de la incertidumbre que puede haber en la mente tras la emisión de un juicio, es conveniente seguir el *principio de monotonía*, es decir, a mayor incertidumbre, mayor valor del número que la represente, y viceversa. Además, el incremento y decremento de incertidumbre ha de corresponderse con un proporcionado incremento y decremento del valor numérico que los represente. Por tanto, cuanto mayor sea la incertidumbre que tengamos con respecto a la veracidad de un enunciado, por ejemplo, mayor ha de ser el valor numérico que lo represente, y viceversa. Por otro lado, ligeros cambios en la incertidumbre, deberán representarse por ligeros cambios numéricos en la medida.

La incertidumbre puede medirse mediante la probabilidad y la entropía. Estos sistemas de medida ofrecen valores distintos para un mismo estado mental de incertidumbre.

Si utilizamos la teoría de la probabilidad, el rango de valores numéricos probabilísticos es de 0 a 1, ambos inclusive. Si el estado de certeza viene representado por un 0 (certeza negativa) o un 1 (certeza positiva) – no existen más posibilidades –, la incertidumbre viene representada por el resto de valores, y entre ellos, ¿cuál podría representar la incertidumbre máxima?, porque el estado de incertidumbre máxima lo conocemos: es el estado de duda, en el que no encontramos razones para asentir un juicio como verdadero o falso.

Si intentamos representar sobre la recta real el máximo número de posibles estados mentales de incertidumbre que pudieran existir tras la realización de un juicio de probabilidad, representaríamos infinitos estados mentales de incertidumbre: números mayores de 0 y menores de 1. En el supuesto de que ninguno de esos estados mentales fuera más probable que otro, nos encontraríamos en la situación de máxima incertidumbre y el valor numérico asignado sería – sorprendentemente – el valor 0, porque sería el resultado de dividir 1 entre infinito, pero hay que resaltar que infinito no es un número sino una tendencia. Si 0 representa certeza negativa, también representa, en este caso particular, el estado de máxima incertidumbre.

Sin embargo, en la práctica, la máxima incertidumbre puede representarse con infinitos números en el rango de valores que contemplamos. Si la probabilidad se reparte entre dos estados de naturaleza posibles – sobre los que hacemos un juicio de probabilidad –, el valor 0.5 representaría la máxima incertidumbre. Si hubiera tres, sería representada por el valor 0.33 periódico. Por tanto, si se contemplan n estados de naturaleza posibles, la máxima incertidumbre se representaría por $1/n$. Hay infinitas formas de representar la máxima incertidumbre en la teoría de la probabilidad.

La conclusión que podemos sacar de lo antecedente es que la teoría de la probabilidad se aparta del criterio de monotonía cuando mide la incertidumbre.

Una ventaja que podemos observar en la teoría de la información con respecto a la de la probabilidad para representar la incertidumbre es que los valores numéricos que miden en ella la incertidumbre respetan el criterio de monotonía. De acuerdo con este criterio, la incertidumbre máxima debería representarse por un valor máximo, en el rango de valores posible en el sistema de medida, la mínima por un valor mínimo, en el mencionado rango, y la certeza debería representarse mediante el valor de mínima incertidumbre representable numéricamente. Y así lo hace la entropía.

Analicemos más en detalle el concepto matemático de entropía de acuerdo con la teoría de la información de Shannon (1948). Disponemos de una distribución de probabilidad $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ de n valores de una variable aleatoria y definimos la entropía de la distribución de probabilidades P mediante la expresión: $H(P) = \sum_{i=1}^n p_i \times \log(1/p_i)$ para probabilidades discretas, y mediante la expresión: $H(P) = \int p(x) \times \log(1/p(x)) dx$ para funciones de densidad de probabilidad. Puede demostrarse, utilizando la desigualdad de Gibbs para probabilidades discretas, que la función de entropía tiene un mínimo igual a 0 cuando una de las probabilidades sea igual a 1 y las restantes probabilidades sean igual a 0, y un valor máximo de $H(P) = \log(n)$ cuando los n estados de la variable aleatoria sean equiprobables, es decir, cuando sus probabilidades sean $1/n$. Por esta razón, el valor máximo $\log(n)$ se utiliza como factor normalizador.

Puede definirse la entropía utilizando la esperanza matemática. Dada una distribución de probabilidad discreta p_i , con $p_i(x) \geq 0$ y $\sum_{i=1}^n p_i = 1$, o una distribución de probabilidad continua $P(x)$, con $p(x) \geq 0$ and $\int p(x)dx = 1$, podemos definir la esperanza de un conjunto discreto $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ mediante esta expresión: $\langle F \rangle = \sum_{i=1}^n f_i p_i$, y de una función $F(x)$ mediante esta otra: $\langle F(x) \rangle = \int f(x)p(x)dx$. A partir de esta definición de entropía, podemos definir la entropía como la esperanza de la información de la distribución $I(p)$, es decir: $H(P) = \langle I(p) \rangle$.

Entropía y probabilidad se relacionan formalmente entre sí mediante las ecuaciones matemáticas mostradas. Son conceptos matemáticos interdependientes. Esta relación formal les permite a ambos medir la incertidumbre.

Los Tribunales han de valorar enunciados sobre hechos dada la información de contexto del caso y las pruebas disponibles. Conforme al teorema de Bayes en forma de apuestas aplicado al caso que investiga el Tribunal, las apuestas a posteriori han de fundamentarse en dos proposiciones mutuamente excluyentes, una proveniente de la acusación y otra de la defensa. En este marco lógico de referencia, las probabilidades a priori están vinculadas a variables discretas binarias (las proposiciones sólo pueden ser verdaderas o falsas cuando se comparan con la realidad de los hechos).

Aunque la versión del teorema de Bayes en forma de apuestas no implica, para su correcta aplicación, que las proposiciones tengan que ser exhaustivas, lo cierto es que en el contexto de un procedimiento penal sólo se consideran las proposiciones de las partes en litigio, por lo que la exhaustividad de las proposiciones es consecuencia de las posiciones de la acusación y de la defensa en el proceso. De hecho, en la mayoría de los casos en los que pueden realizarse conclusiones evaluativas en el contexto de un proceso penal, la proposición alternativa a la de la acusación es

probabilísticamente complementaria (Robertson et al., 1993, páginas 471–472; Taroni et al., 2010, páginas 62–63).

En este contexto, podemos explorar qué método de medición de la incertidumbre tiene ventajas desde el punto de vista de respeto al criterio de monotonía: el probabilístico o el entrópico.

Utilizando el intervalo numérico $[0, 1]$ para representar la incertidumbre, comparamos las implicaciones que tienen las teorías mencionadas en la elección de los valores numéricos representando grados de incertidumbre.

Mientras que la probabilidad asigna el valor 0.5 para representar la máxima incertidumbre cuando nos encontramos un caso en el que disponemos de variables discretas binarias, la entropía otorga el valor 1.

De igual modo, mientras la probabilidad necesita dos valores para representar la certeza: 0 cuando se trata de certeza negativa, y 1 cuando es positiva, la *entropía normalizada* sólo necesita el valor 0.

La entropía normalizada está relacionada con una de las principales propiedades de la función de entropía $H(p)$, que se maximiza cuando todos los posibles valores de la variables son equiprobables. El $\log(n)$ representa el máximo valor, siendo n el número de estados de la variables. A mayor número de estados de la variable, siendo todos ellos equiprobables, mayor será el valor de la función de entropía. La normalización consiste en dividir todos los valores de la función por el valor máximo, por lo que se consigue que los valores estén circunscritos al intervalo cerrado $[0, 1]$ y que se respete estrictamente el criterio de medición monotónico.

La probabilidad sólo mide directamente la incertidumbre cuando su valor es 0. Se trata de la probabilidad del suceso imposible, de la certeza negativa. En ese caso, puede propiamente afirmarse que mide la incertidumbre justo cuando no existe.

5.8 Histórica rivalidad filosófica entre el realismo moderado y el inmanentismo

La metafísica del conocimiento aristotélica afirmó que la evidencia es la causa de la certeza en la mente y que la evidencia es una propiedad del objeto conocido. De acuerdo con la escuela de pensamiento nacida con Aristóteles y que llamamos realismo moderado, el proceso de intelección permite a los seres humanos captar la esencia de las cosas mediante la operación de la inteligencia llamada simple aprehensión, es decir, conocer realmente lo que las cosas son utilizando los sentidos y la inteligencia; formular juicios dividiendo y componiendo conceptos; llamar verdaderos a los juicios cuando coinciden con la realidad; y razonar extrayendo conclusiones desde sus premisas de acuerdo a los principios de la lógica. Lo que conoce la mente recibe el nombre de objeto, que no es un sinónimo de cosa, sino algo formal, universal e inmaterial.

Para esta escuela de pensamiento, conocer es poseer un objeto. Esta posesión es intencional, es decir, lo que es poseído por la inteligencia es el objeto. Conocer es un acto perfecto y, por consiguiente, alcanza su fin directa e inmediatamente. Por ejemplo, andar, construir o aprender son ejemplos de movimientos, en sentido aristotélico, pero ver o pensar son actos perfectos porque alcanzan sus fines inmediatamente como dijo Aristóteles: *“vemos y hemos visto, pensamos y hemos pensado”*.

Resumiendo, la verdad está basada en la existencia, y la evidencia causa la certeza en la mente.

Los inmanentistas son nominalistas, es decir, consideran que las ideas son ficciones mentales, útiles para clasificar objetos, pero inútiles para alcanzar verdadero conocimiento. Son meros nombres para llamar a las cosas y carecen de contenido inteligible. Descartes igualó la evidencia a la certeza. Perdió

la intencionalidad del conocimiento centrando su atención en el objeto y cuestionando que represente algo real. Reemplazó la intencionalidad por la causalidad. Las ideas son causadas, y su referencia hacia la realidad es la del efecto a su causa, no como objetos. Por tanto, a partir de Descartes, conocer dejó de ser la apertura de la inteligencia a la realidad, aceptar la realidad tal y como es, sino el control de la realidad. Antes de aceptar un objeto como cierto, ha de ser previa y exhaustivamente analizado para ser aceptado como claro y distinto por la mente.

El empirismo es nominalismo. También identifican “conocer” con “querer conocer”. Para ellos, el verdadero conocimiento ha de basarse en la verificación empírica. La existencia es entendida como un hecho, no como un acto. Se trata de la verificación del cumplimiento de una hipótesis en un caso concreto. Es bien conocido que el fin de esta forma de pensamiento es sostener un concepto de verdad subjetivo y utilitarista, porque la verdad ya no se fundamenta en la existencia sino en la esencia, y las esencias pueden ser reales o mentales. Si la verdad no se fundamenta en la existencia, que es el efecto del acto de ser, no seremos capaces de distinguir lo real de lo pensado.

El subjetivismo es, en última instancia, voluntarismo. Las actitudes subjetivistas anteponen la voluntad a la inteligencia: no fundamentan la certeza en la evidencia sino al revés. Consideran evidente lo que el sujeto admite como cierto.

Por consiguiente, la verdad es un producto de la razón y es la certeza la que causa la evidencia y la verdad en la mente.

Una actitud de esa clase no es real porque no es posible anticipar el conocimiento al conocimiento. Reflexionar, pensar sobre lo pensado es siempre algo posterior, porque lo inmediato es conocer algo. Nuestros actos de entendimiento preceden nuestros actos voluntarios.

La construcción de un glosario de términos filosóficos relacionados con los términos utilizados en las conclusiones evaluativas de informes periciales no es una necesidad ligada a la existencia de dos grandes sistemas jurídicos diferentes en el continente europeo – el anglosajón y el continental – sino en la antigua, amplia y profunda controversia filosófica de la teoría del conocimiento en Occidente.

5.9 Epistemología en el siglo XX

Algunos filósofos del derecho han estudiado profundamente el modelo epistemológico de la determinación judicial de hechos de acuerdo con la evolución de las principales teorías del conocimiento en cada época histórica. Gascón (Gascón, 2010a, páginas 45-67) resalta las siguientes teorías principales a lo largo del siglo XX: la coherentista, defendida por Bradley, Neurath, Rescher y Dauer; la pragmatista, propuesta, con diferentes matices, por Pierce, James, Dewey, Kuhn, Habermas y Putnam; y la de la correspondencia defendida por Taruffo, Ferrajoli y Tarski, entre otros.

Gascón elige la teoría de la correspondencia porque, en su opinión, es la única de las tres que cumple con el fin del proceso judicial para investigar hechos criminales. Dice que: *“tanto en el lenguaje común como en el judicial, no se afirma que un conjunto de enunciados sobre hechos sea verdadero porque resulte internamente coherente – lo sería entonces una novela – o porque sea aceptado – incluso unánimemente – o resulte más simple que otros, sino porque los hechos que describen han sucedido realmente.”* Y continúa más adelante: *“... los conceptos coherentista y pragmatista de la verdad se desconectan del objetivo del proceso de fijación judicial de los hechos, que no es otro que la reconstrucción de los hechos, tal y como sucedieron.”* (Gascón, 2010a, página 59).

Gascón subraya que la teoría de la correspondencia *“... descansa en una epistemología mínimamente realista que, sin menospreciar el condicionamiento teórico y – sobre todo, en relación con el proceso judicial – institucional de nuestro «acceso a los hechos», permite mantener la esperanza en un conocimiento objetivo.”* (Gascón, 2010a, páginas 60-61).

Finalmente, Gascón añade este comentario en un pie de página: “La mayoría de las epistemologías realistas apuestan por el realismo precisamente para justificar la objetividad del conocimiento.” (Gascón, 2010a, pie de página 48).

Sin embargo, las teorías coherentista y pragmatista de la verdad dominaron la epistemología anglo-americana durante la mitad del siglo XX (Moros et al., 2003, páginas 633-671) y puede apreciarse su influencia en la literatura bayesiana.

El concepto de creencia ha sido utilizado por los epistemólogos anglo-americanos como un elemento esencial para definir el concepto de conocimiento. Lo vincularon al significado de la palabra griega *doxa*, que puede traducirse como opinión. Por consiguiente, para ellos creencia y opinión, en términos generales, significan lo mismo.

El concepto de creencia mencionado se entiende como un posible estado de la mente. En ocasiones se describe como un estado inferior al estado de conocimiento (entendiendo por tal el conocimiento objetivo), en el que se encuentra la mente por defecto cuando busca conocer algo objetivamente. Por tanto, se trataría de un estado por el que la mente ha de pasar, necesariamente, para alcanzar, en última instancia, verdades objetivas.

Y esto ocurre porque para los inmanentistas, “conocer” es lo mismo que “querer conocer” al negar la inmediatez del conocimiento. Niegan la existencia del intelecto agente (Corazón, 2002, páginas 75-79).

No obstante, el término “creencia” utilizado en la epistemología anglo-americana tiene un significado algo más preciso que el de una mera opinión. Decimos que un juicio es una opinión cuando existe incertidumbre en la mente para asentirlo, es decir, cuando experimenta temor a errar. Sin embargo, la creencia de la que hablamos no implica, necesariamente, el asentimiento del juicio. Los epistemólogos anglo-americanos hablan de que ha de entenderse como una disposición o hábito para aceptar algo como verdadero, probablemente verdadero o posiblemente verdadero.

Por tanto, quizá ahora puede entenderse por qué los epistemólogos anglo-americanos hacen hincapié en el hecho de que la creencia – asumida como cierta – tiene que estar justificada para poder hablar, propiamente, de conocimiento objetivo.

Si la justificación convierte una creencia asumida como cierta en conocimiento (objetivo), el debate se centra en el significado del término “justificación”.

Desde que C. I. Lewis definiera su concepto de conocimiento como “*creencia verdadera justificada*”, entendiéndolo por creencia lo explicado más arriba, los desarrollos subsiguientes a su pensamiento se centraron en la relación entre el conocimiento y la verdad, siendo el concepto de justificación la clave para diferenciar las diferentes teorías:

- a) Internalismo: subraya características a las que tenemos acceso a través de nuestra conciencia. Hay dos principales tendencias:
 - Fundamentalismo: defienden la existencia de creencias autojustificadas para evitar una regresión hasta el infinito.
 - Coherentismo: niegan la existencia de creencias autojustificadas y subrayan que la justificación está basada en la coherencia entre creencias.
- b) Externalismo: subraya características externas al sujeto. El fiabilismo tiene especial relevancia en esta corriente, enfatizando la preocupación por garantizar la calidad técnica del proceso cognitivo.

El problema está en la actual falta de acuerdo entre los epistemólogos de la creencia en lo que respecta a definir qué es la justificación, aunque existen acuerdos en cómo conseguirla, o en cómo debe ser reconocida la creencia una vez alcanzada.

En cualquier caso, los significados de los términos analizados están lejos de los que convencionalmente se utilizan en el ámbito judicial. Más aún, el uso de una terminología indistinta a la empleada en la epistemología clásica como ocurre con los vocablos de “verdad”, “justificación” y “creencia”, por ejemplo, causa un fenómeno de polisemia extrema que daña, a nuestro parecer, el mutuo entendimiento entre los actores procesales⁸³.

5.10 Fundamentos de epistemología general para probar hechos

5.10.1 La prueba de los hechos en el procedimiento penal

Los laboratorios de criminalística auxilian a las Autoridades Judiciales, generalmente, elaborando informes periciales relacionados con investigaciones criminales. También ayudan a los investigadores a concentrar sus esfuerzos en aquellas hipótesis mejor respaldadas por las pruebas o, en su caso, a descartarlas por su falta de respaldo. Los datos aportados por los expertos al procedimiento y la interpretación de esos datos en función de las hipótesis de las partes en litigio constituyen los elementos básicos que se esperan de sus informes.

El momento procesal en el que el informe pericial alcanza su máxima relevancia es cuando es valorado como prueba, generalmente en el juicio oral, respetándose así los principios de inmediación, contradicción, oralidad y publicidad requeridos por la doctrina y la jurisprudencia para salvaguardar los derechos fundamentales. Además, del proceso evaluativo descrito, y consistentemente con él, en las sentencias se incluyen los hechos que se consideran probados y las razones que justifican las decisiones jurídicas tomadas. La racionalidad de todos esos procesos está vinculada a la racionalidad con la que un experto defiende las conclusiones de su informe ante los Tribunales durante el juicio oral, generalmente.

Por consiguiente, la prueba de los hechos en un procedimiento penal – en la que se incluyen los informes periciales – es el marco jurídico que ha de ser examinado por la epistemología.

Una primera aproximación al tema es la que va de la mano de la etimología lingüística. El término “prueba” tiene fuerte significado polisémico, tanto en la doctrina jurídica como en la jurisprudencia. Sostiene esta tesis M. Gascón en su obra citada, y no ahorra calificativos cuando afirma que existe un “enorme caos terminológico” en esos ámbitos en el uso de la mencionada palabra, además de advertir inconsistencias (Gascón, 2010a, página 76, nota al pie de página 98).

Aunque pretendemos esclarecer qué significa probar algo, es importante advertir que no son los hechos los que se prueban sino los enunciados sobre esos hechos. Los hechos suceden y sólo podrían ser confirmados mientras acaecen. Una vez ocurridos, sólo podemos intentar verificar enunciados sobre ellos.

Cuando hablamos de hechos acaecidos, emitimos juicios, aserciones, afirmaciones, proposiciones, asentimientos. Verificar un enunciado consiste en comprobar su veracidad (su coincidencia con lo

⁸³ Por ejemplo, las dificultades de comprensión de la aproximación bayesiana en las comparaciones de perfiles de ADN en el ámbito judicial no sólo están relacionadas con las raíces epistémicas de algunos conceptos (probabilidad subjetiva, relación de verosimilitudes, etc.), sino también con las raíces ontológicas en los que esos conceptos se fundamentan (creencia, grado de creencia, incertidumbre, etc.). Henri Poincaré se cita, frecuentemente, como el primer científico que utilizó el teorema de Bayes en un caso forense y, obviamente, no necesitó los conceptos desarrollados por la epistemología anglo-americana durante el siglo XX para hacer inferencia estadística en ese caso.

realmente ocurrido) o su falsedad. Por tanto, necesitamos el concepto de verdad para poder probar enunciados sobre hechos reales que son objeto de investigación. Y el concepto de verdad es un punto de referencia lógico esencial para definir la certeza, porque ésta se vincula a un estado mental relacionado con un acto de conocimiento sobre la realidad en el que buscamos satisfacer la finalidad de ese acto: alcanzar un verdadero conocimiento siendo conscientes de ello.

La cadena de conceptos vinculados mencionada: prueba, verdad y certeza, constituye un marco epistemológico clave para adentrarnos en el significado del concepto de incertidumbre.

Una explicación de la incertidumbre meramente fenomenológica, es decir, que muestre que se trata de algo con lo que todos los seres humanos hemos de convivir: cualquier suceso futuro es un hecho incierto; muchos sucesos del pasado también tienen ese carácter; e incluso, no pocos sucesos del presente también por ignorancia o por falta de la necesaria información, es insuficiente.

No hemos citado hasta ahora, en este apartado, el concepto de evidencia, pero está claro que siendo la causa de la certeza, es inevitable insertarlo en la cadena de conceptos claves de epistemología aplicada a las conclusiones de informes periciales.

El dominio de la gnoseología y epistemología necesarias para comprender estos conceptos creemos que es un deber ineludible para todo perito que quiera expresar sus conclusiones a un Tribunal. Podemos denominarla, si se prefiere, lógica-filosófica.

5.10.2 La lógica del raciocinio aplicada en la prueba de los hechos

Gascón (Gascón, 2010a, páginas 92 a 104), bajo el epígrafe titulado “El problema en la «prueba indirecta»: la naturaleza inductiva del conocimiento” subraya que la verdad sobre los enunciados fácticos con relevancia en el proceso no puede probarse ni mediante un juicio empírico ni mediante un razonamiento deductivo, sino sólo mediante otro tipo de prueba que denominamos “indirecta”.

Centramos pues, la discusión, en la denominada prueba indirecta o circunstancial, que implica que el Juez ha de reconstruir una hipótesis sobre hechos que pueda explicar los enunciados probatorios disponibles.

El método cognitivo apropiado para la prueba indirecta de hechos es la inducción, pero conviene distinguir, al menos, dos principales modos de inducción: “in lato sensu” e “in strictu sensu”.

El modo “in lato sensu” es el más conocido. Se parte de información particular y se llega a una generalización. El modo “in strictu sensu” es aquél tipo de razonamiento que partiendo de premisas verdaderas, no es posible concluir con un enunciado verdadero sino sólo probable. Mientras que con el silogismo deductivo concluimos enunciados necesarios (juicio analítico), con el silogismo inductivo concluimos enunciados sólo probables (juicio sintético).

Por el carácter no necesario de la inferencia, la inducción se define como un razonamiento que partiendo de un hecho acaecido y observado, alcanzamos una explicación a partir de hechos no observados u observables (por ejemplo, hechos ocurridos en el pasado sin testigos) sobre los que tenemos algún fundamento para inferir el primero. Este tipo de inducción se denomina “inducción reconstructiva”.

Gascón señala que así es como funciona la prueba indirecta de hechos, porque para “descubrir” los hechos relacionados con el caso investigado, el Juez trata de dar una versión de esos hechos que sea explicativa de las pruebas existentes: a partir de las pruebas existentes (p), se concluye con un enunciado fáctico sobre los hechos de la causa (h), que constituye una hipótesis explicativa de (p).

El enunciado sobre el hecho no observado (h) con el que concluye el procedimiento de prueba indirecta es explicativo de los hechos comprobados (p) porque hay una conexión entre h y p, de modo que si h fuera cierta, tendría sentido (o sería comprensible) p.

$$\begin{array}{c} h \rightarrow p \\ h \\ \hline p \end{array}$$

Sin embargo, el esquema lógico que partiendo de la prueba (p) y el enlace entre ella y la hipótesis explicativa (h), concluye con la hipótesis h, sería el siguiente:

$$\begin{array}{c} h \rightarrow p \\ p \\ \hline h \end{array}$$

Este último esquema no justifica h como conclusión de un razonamiento deductivo. Si así fuera, se incurriría en la falacia de afirmación del consecuente. Debido al carácter probabilístico de la inferencia, a la relación entre las premisas y la conclusión, se trata de un caso claro de inferencia inductiva.

Cabe imaginar un esquema distinto en el que la premisa mayor sea una ley empírica considerada cierta por experiencias pasadas ($p \rightarrow h$). Esto no cambia la naturaleza inductiva del razonamiento porque esa ley no establece que h sea una condición necesaria de p (es decir, que h sea la única posible explicación de p). Sólo establece que la ocurrencia de h es probable, con tal de que p ocurra.

$$\begin{array}{c} p \rightarrow h \text{ es probable} \\ p \\ \hline h \end{array} \quad \text{[es probable]}$$

La incertidumbre de la conclusión de un silogismo no puede ser menor que la menor de sus premisas. Si la premisa mayor es probabilística, la conclusión sólo puede ser probabilística. Un silogismo como el descrito es inductivo, no por la relación entre las premisas y la conclusión, sino por la naturaleza lógica de una de sus premisas.

C. Peirce y N.H. Hanson acuñaron los términos “abducción” y “retroducción” para designar la inferencia probabilística consistente en buscar una hipótesis explicativa de ciertos hechos. Gascón (Gascón, 2010a, página 97) lo asocia al modo en que Sherlock Holmes resuelve los casos en sus novelas, una especie de razonamiento “hacia atrás”.

Pero Gascón (Gascón, 2010a, página 98) demuestra que la abducción es lo que ella ha denominado inducción “in lato sensu”. Se trata de una forma de razonar que consiste en hacer conjeturas razonables a propósito de unos hechos, a partir de una regla y unos hechos ciertos: se observa un hecho sorprendente p; si h fuera cierta, sería una explicación de p; por tanto, hay razones para avalar la veracidad de h. Así pues, dada la existencia de unos hechos (p) y una regla cuyo consecuente son esos hechos ($h \rightarrow p$), se reconstruyen los hechos que configuran el antecedente de la regla h; y si fueran verdaderos, explicarían por qué ocurrió p.

Este es el esquema abductivo sugerido por Pierce:

$$\frac{h \rightarrow p}{p} \\ h$$

Señala Gascón que cabe reconstruirlo así:

$$\frac{p \rightarrow h \text{ es probable}}{p} \text{ [es probable]} \\ h$$

Por tanto, no hay diferencia entre inducción y abducción. Son argumentos inductivos porque aunque las premisas sean verdaderas, la conclusión será siempre probable.

Gascón (Gascón, 2010a, página 104) afirma que algunas hipótesis sobre hechos explican mejor lo observado (los anglosajones dirían “la evidencia”) que otras a partir de enunciados probatorios y de ciertas regularidades causales (generalmente denominadas máximas de experiencia). Como las regularidades causales son probabilísticas y, además, algunas de las pruebas se obtienen de forma mediata, las hipótesis explicativas de los hechos sólo pueden ser probables.

Por tanto, la *declaración de hechos probados* en una sentencia no es segura, en sentido estricto. La prueba indirecta concluye con un enunciado que asumimos como cierto pero que no podemos conocer realmente si lo es.

Gascón (Gascón, 2010a, página 104) recomienda las siguientes reglas epistemológicas que conllevan reconocer la naturaleza falible de los enunciados fácticos probados indirectamente:

- a) *Para poder afirmar la verdad de un enunciado fáctico es necesaria prueba del mismo, sea ésta directa, deductiva o indirecta.*
- b) *Cualquier elemento que permita aportar información relevante sobre los hechos que se juzgan debe poder usarse.*
- c) *Se proscribire el esquema de valoración tasada y se impone el de libre valoración, interpretado como un principio metodológico (negativo) que permite al juzgador no dar por probados enunciados fácticos que estime insuficientemente probados.*
- d) *No existen pruebas suficientes. Cualquier prueba relevante es necesaria, y por lo tanto debería ser admitida.*
- e) *Es necesario ofrecer la posibilidad de refutar las hipótesis (requisito de contradictoriedad).*
- f) *Si a la vista de nuevas pruebas pudiera revisarse la declarada verdad o falsedad de un enunciado, debe hacerse.*

5.11 Conclusiones

5.11.1 De naturaleza ontológica y epistemológica

La lógica de los conceptos fundamentada en la metafísica aristotélico-tomista nos previene ante el nominalismo: la predicación universal de los conceptos se basa en la composición real de las cosas. En nuestra opinión, en España predominan los jueces que entienden los conceptos epistemológicos utilizados en las conclusiones de los informes periciales de acuerdo a la escuela de pensamiento realista.

Los nominalistas consideran que las ideas son ficciones mentales, útiles para clasificar objetos pero inútiles para alcanzar verdadero conocimiento. Son meros nombres para denominar a las cosas y

poder identificarlas. Es posible saber si las cosas existen o no (conocimiento intuitivo), pero más allá de esto sólo existen explicaciones que sirven para dar a la realidad algún sentido. Se renuncia a saber qué son las cosas en sí mismas porque se considera una meta inalcanzable. Se presta especial atención al descubrimiento de las leyes naturales.

De acuerdo con este modo de pensar, se abandona el concepto de evidencia como propiedad del objeto conocido que causa la certeza en la mente y pasa a identificarse con la certeza. Descartes cambió el punto de mira de la inteligencia, clásicamente orientada a conocer la realidad tal y como es, como algo distinto a ella, centrándola en sí misma. Perdió la intencionalidad del conocimiento y centró su atención en el objeto del conocimiento, cuestionándose si representaba algo real. Las ideas, con Descartes, pasaron a relacionarse con la realidad como algo causado por ella, no como un objeto. Reemplazó la intencionalidad por la causalidad.

Conocer dejó de ser un abrirse a la realidad para convertirse en un control de la realidad. Antes de aceptar un objeto como verdadero conocimiento, ha de ser exhaustivamente examinado para ser aceptado, en su caso, como claro y distinto por la mente. Se impuso la seguridad del conocimiento como filtro para llegar al verdadero conocimiento.

Los empiristas, Kant y las corrientes filosóficas posteriores enraizadas, en mayor o menor medida, al pensamiento filosófico de la Edad Moderna, siguieron siendo fieles al nominalismo.

Los científicos siempre han estado motivados por la búsqueda de una explicación plausible a lo que investigan sobre la realidad pero no pocos fueron fuertemente arrastrados hacia el positivismo lógico a principios del siglo XX. Propugnaron que una teoría o ley debía ser empíricamente verificada antes de ser aceptada como cierta. Pero esta forma de pensar pronto fue criticada por influyentes filósofos de la ciencia, dando paso a una serie de propuestas enraizadas también en el nominalismo que condujeron, una vez más, al escepticismo.

Aunque la ciencia goza de muy buena salud y ha permitido un desarrollo tecnológico espectacular, sigue siendo preponderante la sospecha sobre la adecuación de sus postulados y conclusiones a la realidad de las cosas. Interesa más el dominio controlado sobre la realidad que nos proporciona que el hecho de saber si nos proporciona un conocimiento objetivo sobre la realidad.

Si se sabe qué es conocer, puede comprenderse mejor en qué consiste medir la incertidumbre en la mente. Si se define la probabilidad como grado de creencia en la ocurrencia de un suceso, se abandona la epistemología realista y el término incertidumbre pierde protagonismo. No obstante, cabe armonizar, en cierta medida, las epistemologías estudiadas en esta obra preferentemente – la clásica y la propia de la filosofía analítica – utilizando la expresión *grado de credibilidad*. No es un mero cambio superficial sino la constatación de que el conocimiento sobre la ocurrencia de un suceso o sobre la veracidad de un resultado no es sólo fruto de la actividad cognoscitiva directa – utilizando las facultades de conocimiento propias de cualquier ser humano sano - sino también del conocimiento que recibimos a través de aquellos a quienes reconocemos, fundadamente, competencia intelectual o práctica en la materia. Este último tipo de conocimiento se acepta por la fe en la credibilidad de quien nos los suministra.

Creemos que es un error epistemológico identificar los juicios subjetivos con las creencias. Se trata de una consecuencia de no distinguir, debidamente, los verbos “conocer” y “creer”, o análogamente, de no distinguir entre los conceptos de “conocimiento” y “creencia”. Si se utiliza la expresión propuesta de grado de credibilidad, se ayuda a entender que los juicios subjetivos están basados, ordinariamente, en el conocimiento y en la fe humana. Por supuesto, el conocimiento adquirido mediante la fe humana ha de estar fundamentado, en última instancia, en lo que hemos denominado conocimiento directo.

La probabilidad no es un método directo de la medida de la incertidumbre. Necesitamos realizar transformaciones matemáticas para medirla de forma monotónica. De acuerdo con la teoría de la información de Shannon y el concepto derivado de entropía normalizada, este concepto puede ser utilizado para medir la incertidumbre de forma directa, monotónica y en el mismo rango de valores que la teoría clásica de la probabilidad, cuando nos encontremos en el caso de que la prueba (evidencia) tenga que ser evaluada ante dos hipótesis mutuamente excluyentes y exhaustivas, como suele suceder entre las proposiciones de la acusación y la defensa en un caso de la jurisdicción penal.

El uso extendido del término abducción como si se tratase de una tercera forma de razonar diferenciada, además de la deducción y la inducción, ha sido sometido a crítica. Ha podido demostrarse que, en realidad, se identifica con lo que clásicamente se ha denominado inducción “in lato sensu”, caracterizada por tratarse de un razonamiento con premisas verdaderas pero con conclusión sólo probable.

Algunos científicos han defendido la existencia del azar objetivo o del azar subjetivo: el primero en la realidad y el segundo en la mente. De acuerdo con la filosofía del ser, el azar objetivo es vacío de ser y el azar subjetivo ausencia de conocimiento. El azar, en sentido relativo, puede definirse como lo que se deja indeterminado dentro de un dominio epistémico concreto. Los que defienden la existencia de una indeterminación objetiva (azar objetivo) infringen el principio de no contradicción. “Lo otro” de la necesidad que necesitamos para explicar la realidad no es el azar sino la contingencia.

El cientificismo desprecia el conocimiento espontáneo (Artigas, 1992; Corazón, 2002). La experiencia pre-científica en la vida ordinaria es necesaria para vivir y actuar. El ser humano es un ser social, cultural e histórico. Todo esto implica que las tradiciones, costumbres y enseñanzas que recibimos a través de toda clase de instituciones sociales, empezando por la propia familia, son verdaderas fuentes de conocimiento, así como la fe humana, algo indispensable por las limitaciones propias de nuestra capacidad intelectual (Corazón, 2002). Todas estas fuentes de conocimiento y un uso preciso de los términos gnoseológicos se necesitan para expresar el valor real del conocimiento sobre hechos en los procedimientos criminales.

El lenguaje judicial que se utiliza en los procedimientos penales para probar enunciados sobre hechos necesita apoyarse en una filosofía mínimamente realista, como han resaltado prestigiosos juristas expertos en filosofía del derecho (Gascón, 2010a). Por consiguiente, términos como verdad, certeza, duda, evidencia, creencia y otros, necesitan ser clarificados bajo una perspectiva filosófica que garantice objetividad en el conocimiento. Y si se utiliza una perspectiva filosófica diferente, esos términos deben explicarse en ese contexto para evitar equívocos en quienes piensen que los entienden bajo una perspectiva realista al emplearse las mismas palabras.

5.11.2 De naturaleza científico-jurídica

Un test puede ser cualitativo, cuantitativo y comparativo. El resultado de un test cualitativo es una proposición (incluyendo tasas de error de falsos positivos y falsos negativos). El resultado de un test cuantitativo es una cifra numérica (incluyendo el error de incertidumbre de medida asociado). El resultado de un test comparativo es una relación de verosimilitudes (incluyendo la validación del método de cálculo de las relaciones de verosimilitudes cuando son numéricas).

Los resultados se interpretan mediante un procedimiento legal que se denomina prueba pericial, incluido dentro de la prueba indirecta o inductiva de acuerdo a su naturaleza epistemológica. Dentro de este contexto, el experto interpreta los resultados de una forma meramente técnica o evaluativa. En esta última, interpreta los resultados como prueba de acuerdo a las hipótesis planteadas por las partes del litigio y lo que asuma a priori como cierto (experiencia previa, circunstancias del caso, información disponible, conocimiento experto, etc.)

La interpretación de los datos como prueba (evidencia) ha sido denominada “ley de la verosimilitud” (Hacking, 1965). Esta forma de evaluar los resultados de un test se ha denominado “paradigma de la verosimilitud” (Royall, 1997), en contraste con el paradigma de la individualización, exponente de una forma de entender la misión del perito en un juicio que ha podido demostrarse que atenta contra las reglas de la lógica y, por ende, contra el principio de igualdad de armas entre las partes litigantes (Champod et al., 2010).

En nuestra opinión, el uso extensivo del término inglés “evidence” (traducido directamente como “evidencia” en castellano, tratándose así de un neologismo porque incorpora acepciones semánticas no existentes en nuestro idioma), añade más confusión al ya, de por sí, complejo problema interpretativo relacionado con el término castellano “prueba” en el contexto de un procedimiento penal. Hay que ser conscientes que, en inglés, “evidence” designa tanto al material recogido en una inspección ocular como a los resultados de los análisis de todo tipo (cualitativos, cuantitativos y comparativos) relacionados con una investigación criminal y, además, a la forma en que se evalúan los resultados de esos análisis (como prueba pericial en un juicio). Nos parece mucho más acertado distinguir entre piezas de convicción (existe en inglés un término análogo: “exhibits”), resultados de los análisis e interpretación de los resultados de los análisis, y dentro de estos últimos, los meramente técnicos de los evaluativos. La palabra castellana “evidencia” debería reservarse para su significado clásico de carácter filosófico.

El paradigma de la individualización sigue siendo predominante entre los laboratorios oficiales de carácter policial dedicados a la ciencia forense. No ocurre lo mismo en los laboratorios oficiales de carácter civil. Detrás de esta realidad dicotómica se encuentra la vinculación a laboratorios oficiales policiales de la grafística, balística e identificación dactilar, preponderantemente.

A nuestro modo de ver, fruto de nuestra experiencia profesional, la no desvinculación del paradigma de la individualización por parte de los laboratorios forenses policiales se debe a que temen perder el estatus alcanzado con las pruebas periciales clásicas ante los Tribunales, es decir, su carácter de pruebas irrefutables en términos prácticos, que tanto rédito les produce de cara al éxito de las operaciones policiales. En definitiva, existe un serio problema de respeto al principio de neutralidad que, de seguir en la misma línea en el futuro, estos autores piensan que les pasará factura.

El problema descrito en los laboratorios forenses de carácter policial se agrava en la medida en que sus responsables carezcan de formación científica y experiencia pericial. No basta que los laboratorios oficiales consigan acreditar sus ensayos por normas internacionales de calidad sino que deben garantizar la necesaria competencia técnica de sus peritos para preservar la calidad estrictamente científica de esos ensayos.

Resulta paradójico que en el ámbito jurisdiccional continental, como es el propio de España, el principio de valoración libre de la prueba por parte de los Jueces permita una mayor discrecionalidad en los requisitos que garanticen el correcto uso de la ciencia para auxiliarles en sus responsabilidades que las reglas de la evidencia en el ámbito jurisdiccional anglosajón, un marco legal - nada común para su mentalidad jurídica - mediante el cual intentan distinguir la ciencia correcta de la ciencia basura.

El paradigma de la individualización triunfa en ámbitos jurídicos que se caracterizan por depositar plenamente su confianza en la competencia técnica de los peritos oficiales para resolver asuntos de naturaleza científica. En la tradición jurídica continental este paradigma es el predominante porque no se duda de la profesionalidad de quienes ejercen la pericia perteneciendo a un cuerpo de la Administración y los Tribunales muy raras veces entran a valorar cuestiones de naturaleza científica (Lucena et al., 2018; Vázquez, 2015). Son ajenos a lo que ocurre en el ámbito meramente académico y de la investigación científica, en el que es más que constatable que el paradigma de la verosimilitud hace muchas décadas que no sólo es predominante sino que el paradigma de la individualización ha sido reiteradamente denostado.

Por ejemplo, el paradigma de la individualización (o de la identificación) ha sido inteligentemente descrito como “... una intuición probabilística falaz que iguala infrecuencia con unicidad” (Saks et al., 2008, páginas 199–219).

Sin duda, la pugna de paradigmas que resaltamos, desatada históricamente con la introducción de la relación de verosimilitudes para evaluar la fuerza de la evidencia de la mano de la biología forense, es un buen termómetro para medir el grado de respeto al principio de neutralidad (interpretado como escrupuloso respeto al estado del arte de la ciencia y de la técnica por parte de quien ejerce la pericia) de un laboratorio oficial.

El paradigma de la verosimilitud separa perfectamente el papel que deben desempeñar el Juez o Jurado en un procedimiento penal, del que corresponde a un experto en ciencia forense. La versión en forma de apuestas del Teorema de Bayes ilustra este aspecto determinando que las apuestas son responsabilidad del Juez o Jurado y que la relación de verosimilitudes lo es del experto forense. Sin embargo, difícilmente cabe esperar que ese Teorema se comprenda y aplique correctamente por parte de los Jueces y Jurados, en la práctica, sin el asesoramiento debido del experto.

No obstante, Gascón subraya, con respecto a la resolución judicial de los conflictos jurídicos, que: *“suele representarse como un «silogismo práctico» que, a partir de una premisa mayor (la norma jurídica aplicable) y una premisa menor, concluye con una norma jurídica singular (el fallo de la resolución). La premisa menor o «premisa fáctica» establece que un supuesto de hecho concreto constituye un caso particular del supuesto de hecho abstracto de la norma jurídica. Esta premisa fáctica no es un simple enunciado descriptivo de un acontecimiento. Es el resultado de una operación judicial mediante la cual se califican unos hechos, en el sentido de determinar que constituyen un caso concreto del supuesto de hecho abstracto en que se han de subsumir; y esa operación de cualificación jurídica de los hechos tiene naturaleza normativa.”* (Gascón, 2010a, página 46).

Como dice Guastini: *“Desde un punto de vista lógico deben distinguirse cuidadosamente entre los problemas de conocimiento de hechos y los problemas de cualificación jurídica de los hechos. Los primeros son problemas empíricos, mientras que los segundos son problemas de interpretación.”* (Guastini, 1996, página 201, nota al pie de página 30; la interpretación citada es jurídica y se inserta en el razonamiento deductivo). Esto implica que el conocimiento de hechos debe ser abordado aplicando los principios lógicos de la epistemología general. La prueba de los hechos, en su integridad, puede considerarse, en sí misma, un campo propio de expertos en lógica. Estos pueden ayudar a los jueces y Jurados a asignar probabilidades a sus apuestas (dentro del Teorema de Bayes). La inferencia probabilística que se practica en la valoración de los datos como evidencia conlleva una estrecha colaboración entre los miembros del Tribunal o Jurado y los expertos.

CAPÍTULO 6: UN ENSAYO PARA UNA PROPUESTA DE GLOSARIO DE TÉRMINOS FILOSÓFICOS PARA UNA GUÍA DE CONCLUSIONES EVALUATIVAS

6. Una propuesta de glosario de términos filosóficos para la Guía de ENFSI sobre conclusiones evaluativas.

6.1 Introducción

La epistemología dominante en el bayesianismo podemos encuadrarla en la filosofía analítica, heredera del pensamiento de Kant, aunque crítica con él. Su base la configuran las ciencias naturales, la física, la lógica matemática y el análisis del lenguaje. Se trata de una epistemología centrada exclusivamente en lo que comúnmente se conoce como ciencia moderna. Una buena forma de introducirse en sus categorías filosóficas es la lectura de las voces “evidence” y “belief” en la enciclopedia filosófica de la Universidad de Stanford (USA). Ambos términos resultan claves para entender el concepto de *probabilidad subjetiva* como grado de creencia en la ocurrencia de un suceso o el de *evaluación de la evidencia* empleado en la ciencia forense, utilizados en la lógica bayesiana. En el presente trabajo se comparan esos términos con sus equivalentes dentro del realismo moderado del aristotelismo-tomista. Conviene distinguir la lógica filosófica de la lógica técnica. Mientras que en la primera pueden encontrarse diferencias insalvables entre corrientes filosóficas, como las gnoseologías de la filosofía analítica y la del realismo moderado, en la segunda cabe encontrar acuerdos. Precisamente por esta razón, es posible una guía forense sobre conclusiones evaluativas, basada en una lógica matemática como la bayesiana, con la que muchos estén conformes, aunque es inevitable que haya profundas diferencias semánticas en los términos filosóficos que necesiten emplearse en las conclusiones de los informes periciales, algo que conviene que conozcan los profesionales relacionados con la ciencia forense. En este trabajo se facilita un glosario de términos filosóficos para una guía forense de conclusiones evaluativas.

Antes de que el lector pueda adentrarse en el contenido de este apartado, resulta conveniente advertir que las voces “belief” (traducido por creencia) y “evidence” (traducido por evidencia) de la enciclopedia de la Universidad de Stanford⁸⁴, que se someten a crítica desde la filosofía aristotélico-tomista, contienen una pormenorizada síntesis de lo que sobre esos términos entiende la filosofía analítica. No es posible hacer una crítica exhaustiva en estas páginas, ni es intención del autor hacer semejante trabajo. Sin embargo, lo que el lector podrá descubrir es una intencionada selección de párrafos de los textos de las voces mencionadas que permiten entender, con la mayor claridad de que es capaz quien escribe, las diferencias semánticas de los conceptos que pueden interesar a un experto forense con respecto a la epistemología aplicable a las conclusiones de informes periciales: verdad, certeza, incertidumbre, duda, creencia, evidencia, probabilidad, causalidad, ocasión, condición, etc.

Por otra parte, se profundiza en la herencia histórica que el concepto de “creencia” de la filosofía analítica debe a Hume, teniendo muy en cuenta su *Tratado sobre la naturaleza humana*; se realiza un estudio pormenorizado del concepto de probabilidad subjetiva de Bruno de Finetti a partir de uno de sus artículos más conocido: “*Probabilism: A Critical Essay on the Theory of Probability and on the Value of Science*,” (traducción al inglés del artículo originalmente escrito en italiano en 1931) en *Erkenntnis*, volumen 31, septiembre de 1989; y, por último, se exponen argumentos, desde el punto de vista de la filosofía aristotélico-tomista, recogidos, principalmente, de manuales universitarios y artículos de autores que han ejercido o ejercen la docencia universitaria en la Universidad de Navarra, con el fin de ilustrar la importancia de la elección de la ontología y la gnoseología necesarias

⁸⁴ Pueden consultarse las siguientes direcciones en Internet: <https://plato.stanford.edu/entries/evidence> y <https://plato.stanford.edu/entries/belief> (último acceso: 30/05/2018).

para definir los conceptos básicos, de carácter filosófico, que consideramos de uso imprescindible para un experto forense.

En la voz “conocimiento y verdad” del Diccionario Interdisciplinar Austral⁸⁵, el profesor García Valdecasas puntualiza qué se entiende por conocimiento en la filosofía clásica: *“Literalmente, el término “conocimiento” proviene del griego epistémē, aunque su traducción a lenguas modernas plantea cierta dificultad. Para Platón y Aristóteles, “epistémē” es una cognición intelectual de realidades necesarias, que contrasta con otro tipo de aprehensiones que, o no son propiamente intelectuales como la percepción de los sentidos, o si son intelectuales no tienen como objeto realidades inmutables o necesarias. Al traducir “episteme” como “scientia”, los medievales enfatizaron el carácter necesario de su objeto —a diferencia del término “cognitio”—, lo que confirma la vigencia de este sentido del término “conocimiento” en una parte significativa de la historia de occidente.”*

La Guía forense de ENFSI titulada “ENFSI Guideline for evaluative reporting in forensic science”⁸⁶, aprobada por la Junta Directiva de la entidad en marzo de 2015, incluye un glosario de términos técnicos relacionados con las conclusiones de informes periciales. El vocabulario filosófico que utiliza el bayesianismo es el propio de la filosofía analítica y ese aspecto ha sido criticado en la tesis doctoral de este autor (Lucena, 2017) como innecesario para su lógica técnica. Este trabajo pretende complementar el glosario de términos de la mencionada Guía, proponiendo una ampliación que incluya términos filosóficos – no sólo los imperantes de la filosofía analítica sino también los de la gnoseología realista – que suelen utilizarse en las expresiones de las conclusiones de los informes periciales o en su defensa ante los Tribunales.

6.2 Crítica al término *belief* (creencia) desde el realismo moderado

6.2.1 Definición de creencia en la filosofía analítica

La voz “creencia” en la enciclopedia de la Universidad de Stanford viene precedida del siguiente comentario: *“Los filósofos analíticos contemporáneos de la mente generalmente utilizan el término “creencia” para referirse a la actitud que tenemos, grosso modo, cuando decimos que algo es cierto o es considerado verdadero.”* (traducción del autor)

Una actitud puede describirse como una *disposición hacia un comportamiento* que no depende exclusivamente de la inteligencia, sino que requiere del concurso de la voluntad influenciada por las emociones. Si el comportamiento consiste en *creer proposiciones consideradas como verosímiles*, los epistemólogos analíticos hablan de *actitud proposicional*⁸⁷.

Se han resaltado tres componentes esenciales en las actitudes (Rodríguez, Psicología social, 1999):

⁸⁵ García Valdecasas, Miguel. 2017. “Conocimiento y verdad”. En Diccionario Interdisciplinar Austral, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. URL= http://dia.austral.edu.ar/Conocimiento_y_verdad

⁸⁶ Puede accederse a la dirección <https://enfsi.eu/documents/forensic-guidelines> para leer el documento en la edición del 29 de septiembre de 2016 (último acceso: 30/05/2018).

⁸⁷ El profesor de la Universidad de Navarra M. García Valdecasas, en la voz “conocimiento y verdad” del Diccionario Interdisciplinar Austral ya citada, dice lo siguiente: *“La teoría del conocimiento proposicional proviene del llamado análisis estándar del conocimiento que se remonta tradicionalmente al Teeteto (Platón 1992, 201c-210b) de Platón, según el cual el conocimiento puede definirse como una creencia verdadera justificada. A partir de ahí, “los epistemólogos [analíticos] han intentado identificar las propiedades esenciales y definitorias del conocimiento proposicional” (Moser 2002, 4). En este análisis, el conocimiento se describe habitualmente como un tipo o clase de creencia (articulable proposicionalmente) que responde a ciertos criterios de cualificación, aunque hay mucha discusión sobre el número y las características de estos criterios.”*

- a) el cognitivo: percepciones, experiencias, informaciones, aprendizajes, creencias, etc.;
- b) el afectivo: sentimiento favorable o desfavorable hacia el objeto de la actitud;
- c) el conductual: tendencia reactiva.

Sin embargo, en la gnoseología aristotélico-tomista, el juicio es una de las operaciones de la inteligencia consistente en componer o dividir conceptos. Se refiere siempre a la realidad, percibiendo la inteligencia la adecuación entre lo entendido y la realidad considerada. No hace falta que intervenga la voluntad más que para asentir al juicio en el supuesto de que la mente perciba incertidumbre – en ese supuesto, es la inteligencia la que percibe directamente el *temor a errar* y, de forma mediata, lo percibe la voluntad a través de la inteligencia - y para poner en ejercicio la facultad intelectual.

Por lo anterior, en esa operación intelectual no intervienen, en su desarrollo natural y acabado, las emociones o la voluntad, salvo cuando la inteligencia percibe *temor a errar*, quedando relegado el papel de la voluntad a lo descrito. Por eso, hablar de que la creencia es una *actitud proposicional*, como si el sujeto sopesara, en su interior, tanto en el momento en que la expone como con anterioridad - porque se subraya que es una disposición hacia un comportamiento -, si la proposición es para él verdadera, con independencia del grado de influencia de los fundamentos que le inclinen a favor o en contra de creerla así o no, es hacer depender el conocimiento principalmente de la voluntad y de las emociones. Si una actitud entraña componentes cognoscitivos, afectivos y conductuales, no hay espacio para entender el juicio de la inteligencia como una genuina operación intelectual.

Cuando la inteligencia percibe incertidumbre en el juicio, la voluntad tiene que actuar para asentirlo, pero esa intervención de la voluntad no es comparable a la que ejerce en una actitud porque en ella intervienen, por su propia naturaleza y de forma destacada, las emociones, pasiones, estados afectivos o estados de ánimo, que *grosso modo* pueden considerarse formas distintas de decir lo mismo.

6.2.2 La relación entre sensibilidad, inteligencia y voluntad en la gnoseología realista

6.2.2.1 Dependencia de las potencias apetitivas y pasiones del conocimiento sensible

La sensibilidad de los animales tiene dos potencias apetitivas: la concupiscible y la irascible, que son el origen de todas las pasiones. Las pasiones, en cuanto actos del apetito sensitivo, proceden siempre de un conocimiento previo. Al igual que el querer racional es precedido por el conocimiento intelectual, las pasiones se desencadenan a partir del conocimiento sensible, sea de la sensibilidad externa (vista, oído, etc.), sea de la interna (imaginación, memoria, etc.).

La sensibilidad humana está intrincada con la razón en un sentido interno que llamamos cogitativa, siendo este aspecto un elemento clave que diferencia el comportamiento instintivo animal del comportamiento humano.

6.2.2.2 Los estados de ánimo

Tradicionalmente se han distinguido once estados de ánimo (se muestran numerados, se tienen en cuenta sus estados antagonistas y se destacan escribiéndose en cursiva), aunque hay autores que describen variantes que permitirían aumentar su número o modificar, en alguna medida, la clasificación. Por simplicidad, nos atenemos a la clasificación clásica:

1. *Gusto / disgusto*
2. *Deseo / aversión*

3. *Alegría* (el asombro, sorpresa o admiración se consideran estados que preceden al estado de alegría) / *tristeza* (la apatía se considera un estado contrapuesto al asombro, sorpresa o admiración y que precede al estado de tristeza)
4. *Esperanza* / *desesperanza*
5. *Valor* / *miedo*
6. *Cólera*

Los citados hasta el punto 3 se relacionan con la apetición del bien como algo agradable (concupiscencia). El resto con la apetición del bien como algo difícil de alcanzar (irascibilidad). Todos esos estados de ánimo conforman lo que solemos llamar, en conjunto, emociones.

Además de las apeticiones sensibles o emociones, que son tendencias hacia el bien sensitivo, la voluntad experimenta también tendencias análogas hacia bienes no sensibles como el amor, el poder, la gloria, el honor o la sabiduría, que pueden incluso disociarse de las pasiones (por ejemplo, cabe alegría en la voluntad mientras se padece sensiblemente).

6.2.2.3 Dominio de la inteligencia y de la voluntad sobre las pasiones

Las pasiones están regidas, en el hombre, por la inteligencia y la voluntad. La voluntad puede influir sobre las pasiones directamente, pero también indirectamente a través de su dominio sobre los sentidos que, a su vez, dependen de las pasiones.

En (Rodríguez Luño, *Ética*, 1982, páginas 124-127) se señalan los siguientes modos de influencia de la voluntad sobre las pasiones:

- a) La voluntad puede elegir directamente una pasión: cuando nos encolerizamos para agredir a alguien con mayor fuerza, o nos llenamos de esperanza ante un bien arduo.
- b) El acto de la voluntad puede redundar en la sensibilidad: cuando hacemos algo mal y somos conscientes de sus consecuencias negativas, nos avergonzamos.
- c) La voluntad puede desencadenar una pasión a través del entendimiento y de la imaginación: cuando prevemos un mal inminente, nos puede atenazar el miedo.
- d) La voluntad puede desencadenar una pasión a través, exclusivamente, de la sensibilidad: podemos racionalmente pensar que la muerte de un ser querido ha sido oportuna y, al mismo tiempo, llorar porque le queríamos y sentimos su ausencia.

Y las siguientes formas de influencia de las pasiones sobre el entendimiento y la voluntad:

- a) Las pasiones no determinan desde dentro y de forma directa a la voluntad, pero lo pueden hacer a través de la imaginación y del entendimiento, influyendo en el modo de valorar las cosas. Por ejemplo, podemos ser dominados por la cólera y que nos entren deseos de venganza. La pasión fuerza a la inteligencia a través de la imaginación, condicionando así el acto de la voluntad.
- b) También puede quedar impedido el juicio de la razón por el juicio de la facultad estimativa, que sigue al apetito sensitivo, como lo hace también la imaginación. Podemos ser dominados por el gusto o el placer, condicionando el acto de la voluntad.

La relación mutua entre la voluntad libre y las pasiones explica que las pasiones tengan en el hombre un carácter moral. Las pasiones, por sí mismas, no tienen valor moral, pero en el hombre están relacionadas con la voluntad libre. Concretamente, las pasiones tienen valor moral en cuanto permitidas o provocadas por la voluntad, pues en esa medida participan de ella.

Las pasiones son una de las motivaciones más frecuentes del obrar libre, a las que el hombre consiente o se opone. Los hombres se dejan llevar, en ocasiones, de la desgana sensible, de la tristeza, de la ira, del miedo, etc.

6.2.2.4 El ejercicio de la libertad y las actitudes

A la inteligencia que busca medios para realizar de modo concreto y progresivo lo que se desea recibe el nombre de razón práctica, y a la virtud que la perfecciona para encontrar y llevar a la práctica los medios que permiten ir haciendo realidad los deseos más profundos se la llama prudencia.

La presencia de un deseo y las indicaciones de la prudencia constituyen lo que Cayetano llama, en su Comentario a la Suma Teológica, *ratio practica in actu exercito*, ejercicio directo y espontáneo de la razón práctica⁸⁸.

El ejercicio directo de la razón práctica es la actividad por la que la inteligencia, interactuando con la voluntad y las tendencias (los deseos), organiza, proyecta y ordena la acción, la conducta y la vida. Acción, conducta y vida que son morales precisamente porque son proyectadas por la inteligencia y por la voluntad libre, y no por el instinto o por alguna necesidad interna o externa.

Por eso, la creencia entendida como actitud es ejercicio de la razón práctica. Si la función de la razón práctica es dirigir la acción y la vida, la creencia como actitud está dirigida a la toma de decisiones sobre la ocurrencia de un suceso o la veracidad de un enunciado, no hacia el conocimiento. Rodríguez Luño subraya que *“la función de la razón práctica no es conocer, sino dirigir la acción y la vida”*⁸⁹. Y dice que puede dirigirla eficazmente porque su punto de partida no es un juicio, sino el deseo de un fin y, en último término, el deseo natural de la felicidad o plenitud del bien. La actividad directa y espontánea de la razón práctica consiste en proponerse fines, y en buscar y elegir los medios idóneos para realizarlos. El ejercicio directo de la razón práctica en su conjunto constituye la experiencia moral.

Centrando el discurso en la facultad de la voluntad, lo primero que hay que decir de ella es que su objeto es el bien en cuanto aprehendido por la inteligencia, no en cuanto captado por los sentidos. La inteligencia capta la bondad o lo apetecible de las cosas de forma universal. La voluntad no resulta movida por el bien abstracto sino por un bien concreto, real, pero se mueve hacia él porque la inteligencia se lo muestra como bien universal. Cuando aprehendemos un bien bajo la razón de bien, somos dominadores de nuestra tendencia hacia él, somos dueños de nuestros actos, somos libres.

En las actitudes intervienen también los hábitos intelectuales y morales. Siguiendo los argumentos de (Rodríguez Luño, *Ética*, 1982, páginas 131-133), entre las potencias operativas, como la inteligencia y voluntad, y sus actos propios, existe una cualidad intermedia que dispone la potencia hacia un determinado tipo de actos: buenos (virtudes) o malos (vicios). Al decir que son hábitos operativos se quiere decir que son cualidades estables e inhieran, en cuanto a su naturaleza metafísica de accidentes, en la potencia operativa. Las virtudes perfeccionan las potencias operativas dándoles una disposición hacia las buenas obras, mientras que los vicios disponen la potencia hacia las malas obras.

Resalta el profesor Rodríguez Luño que las potencias operativas racionales y las sensibles, en cuanto dominadas por las racionales, tienen un amplio margen de indeterminación en su obrar, de ahí que necesiten una disposición accidental que las determine hacia los actos buenos: la virtud en todas sus especies. Para que el hombre haga un acto bueno necesita buena voluntad, rectitud en las tendencias sensibles y uso recto de las potencias exteriores. Los apetitos sensibles pueden rebelarse frente a las potencias superiores por tener un movimiento instintivo propio, por lo que necesitan ser perfeccionadas por las virtudes morales. Estas dan a las tendencias sensibles la disposición estable para seguir el imperio de la razón.

⁸⁸ Cayetano, Comentario a la «Summa Theologiae», I-II, q. 58, a. 5, com. VIII.

⁸⁹ A. Rodríguez Luño, “La conciencia del penitente”, *Scripta Theologica*, Vol. 50, nº 1, 2018. <https://doi.org/10.15581/006.50.1.9-21>

Las virtudes también son necesarias para perfeccionar la libertad porque la inteligencia y la voluntad no están inexorablemente determinadas con respecto al bien debido a su imperfección. Aunque la libertad del hombre no puede esencialmente perderse, se acrecienta con la virtud y disminuye con el vicio.

Hay virtudes intelectuales y morales. Las intelectuales perfeccionan a la inteligencia especulativa o práctica. Las morales a la voluntad y a las tendencias sensibles.

Entre los hábitos que perfeccionan a la inteligencia especulativa están el hábito de los primeros principios teóricos (intellectus) y el de los primeros principios morales (sindéresis); el hábito de considerar las cosas desde la causa última de toda realidad (sabiduría); y el hábito de estudiar las causas últimas de cada género de cosas (ciencias).

Son hábitos del entendimiento práctico la prudencia – que orienta sobre qué debe hacerse, en cada caso, para obrar bien -, y las artes o técnicas – que se ocupan de qué debe hacerse para producir determinados objetos -.

Los hábitos intelectuales dan la capacidad de obrar bien, pero no aseguran el recto uso de esa facultad. No tienen plenamente razón de virtud. La prudencia es una excepción porque es intelectual por su sujeto (la inteligencia) y moral por su objeto. La misión de la prudencia no es el recto conocer sino dirigir el recto obrar. Su acto principal no es el juicio sobre lo que se ha de hacer, sino el imperio, por el que guía a las demás potencias según la ley moral. No obstante, la prudencia necesita la rectitud de la voluntad para cumplir su tarea.

6.2.2.5 Verdad lógica y verdad práctica

Santo Tomás explica que la verdad alcanzada por la prudencia, que llama verdad práctica, «*se toma en sentido distinto que la verdad del entendimiento especulativo [...]. La verdad del entendimiento especulativo se obtiene por la conformidad del entendimiento con la cosa conocida; y como el entendimiento no puede conformarse infaliblemente con las cosas contingentes, sino tan solo con las necesarias, por eso ningún hábito especulativo de las cosas contingentes es virtud intelectual, sino que esta versa únicamente sobre lo necesario. En cambio, la verdad del entendimiento práctico se obtiene por la conformidad con el apetito recto*»⁹⁰.

La verdad práctica se alcanza mediante el concurso del apetito recto, asegurado por la virtud moral, y de la inteligencia práctica perfeccionada por la prudencia. Si no se parte de un deseo recto, no se llegará a una acción acertada. Pero se requiere también que la inteligencia práctica sepa valorar adecuadamente todas las circunstancias y particularidades del caso, para poder dictaminar con verdad la acción.

6.2.3 Creencia como estado mental en la filosofía analítica

Los estados mentales se relacionan con las facultades intelectual y volitiva del ser humano. Con respecto a la verdad, reconocemos los estados de certeza, duda o incertidumbre, que se experimentan en la inteligencia. Con respecto al bien sensible o no sensible, reconocemos las pasiones, emociones o estados de ánimo.

Afirmar que la creencia es un estado mental es confuso. Cuando la mente trata de conocer la realidad y no tiene claro en qué consiste, surge el estado mental de la duda o la incertidumbre tras el juicio, acto de la inteligencia mediante el cual la mente adecua el pensamiento a la realidad. Es ese acto de la inteligencia, por su propia naturaleza, el que permite enunciar proposiciones. Las proposiciones

⁹⁰ Sto. Tomás de Aquino, Suma Teológica, I-II, q. 57, a. 5, ad 3.

son enunciados intelectuales. Los juicios son uno de los actos de la inteligencia, como la simple aprehensión, en la que se basa, o las demostraciones, que necesitan de los juicios, de los conceptos y de la lógica del raciocinio para su desarrollo. Todos esos actos son esencialmente intelectuales, aunque debido a la unidad del ser humano, la voluntad y las emociones pueden influir en mayor o menor grado.

Cuando la capacidad de conocer la realidad por parte de las facultades naturales de conocimiento humanas – las facultades sensibles y la facultad intelectual - se pone en duda o se minusvalora, la necesidad de controlar qué es o no conocimiento se acaba dejando en manos de la voluntad y de las emociones y, en ese caso, conocer se entiende como *querer conocer*, como pensaba Descartes. Kant defendió que el entendimiento es espontáneo y hace y deshace sin control, por eso se ha de someter a crítica, es decir, nos hace falta saber cuándo el uso del entendimiento es válido y cuándo no. Su gnoseología es tan inmanentista como la de Descartes aunque se diferencien (Corazón González, Filosofía del conocimiento, 2002, página 78). Por tanto, la gnoseología que se utilice para explicar las operaciones intelectuales resulta clave para que podamos entender qué es conocer, qué es creer, qué es un juicio y qué es una creencia.

Podemos encontrar en la ya citada voz “creencia” de la enciclopedia de la Universidad de Stanford el siguiente comentario: *“Creer algo, en este sentido, no necesita incluir una reflexión activa sobre el particular: del gran número de cosas en las que ordinariamente cree un adulto, sólo unas pocas están en el primer plano de la mente en un momento dado. Tampoco el término “creencia”, en el uso estándar filosófico, implica incertidumbre o una reflexión pausada sobre el asunto en cuestión (como a veces se hace en el uso del inglés ordinario).” (traducción del autor)*

La no necesidad de reflexión o incertidumbre como requisitos imprescindibles para considerar algo como creencia, aunque no se descartan, hace que el concepto de creencia de la filosofía analítica sea realmente difícil de precisar, máxime cuando se reconoce que el uso de ese término en el lenguaje ordinario no se corresponde exactamente con el sentido que se le quiere dar en esa corriente filosófica.

Y continúa: *“Muchas de las cosas en las que creemos, en el sentido relevante, son bastante corrientes: que tenemos cabezas, que estamos en el siglo XXI, que hay una taza de café en el mostrador.” (traducción del autor)*

Estos ejemplos, expuestos como manifestaciones paradigmáticas de creencias, son, sin embargo, juicios que manifiestan conocimiento o aprendizaje mediante el uso ordinario de nuestras facultades cognitivas: sensibles e intelectual. Así, se anula la distinción entre los verbos “conocer” y “creer”. Dar a esa distinción la relevancia que se merece, tanto en el lenguaje ordinario, como en el lenguaje jurídico o científico, evita muchos equívocos (Lucena, 2017, páginas 148-152).

6.2.4 Creencia como etapa obligada previa al conocimiento en la filosofía analítica

Ayuda a entender un poco más el concepto de creencia de la filosofía analítica el siguiente comentario en la voz “creencia” de la Universidad de Stanford: *“Gran parte de la epistemología gira en torno a cuestiones sobre cuándo y cómo nuestras creencias están justificadas o cualificadas como conocimiento.” (traducción del autor)*

La creencia se concibe como paso obligado de la mente para obtener conocimiento, pero el concepto de conocimiento subyacente es netamente inmanentista (Corazón González, Filosofía del conocimiento, 2002, páginas 39-40).

Como escribió Leonardo Polo en *“Evidencia y realidad en Descartes”*, *“conocer no es resultado de una decisión voluntaria (Descartes – añadido del autor), ni fruto de la espontaneidad de la razón*

(Kant – añadido del autor), sino algo ‘natural’, algo en lo que nos encontramos sencillamente porque el hombre es un ser cognoscente”. Aristóteles propuso la existencia del intelecto agente en la mente, una disposición habitual, una realidad siempre en acto, algo que pertenece al orden del ser de la persona. El intelecto agente hace inteligibles las imágenes sensibles, haciendo que la actividad intelectual no pueda dejar de ejercerse mientras el hombre está consciente. Por eso, el aristotelismo-tomista explica el conocimiento como acto perfecto, es decir, cuando se conoce, se ha conocido, y el acto de entender es el entendimiento en acto⁹¹.

Cuando el intelecto agente no se admite o se ignora, se recurre a instancias subjetivistas y voluntaristas como el concepto de la filosofía analítica de creencia. Para el realismo moderado, una actitud proposicional de veracidad, entendida como estado mental, suplanta el papel del intelecto agente, que permite que la inteligencia analice en el mismo acto judicativo la adecuación del entendimiento con la realidad, resultando, como consecuencia, los estados mentales de certeza – al percibir evidencia, sensible o intelectual -, duda o incertidumbre. Esos estados mentales son los que guardan relación con los actos de la inteligencia relacionados con el conocimiento reflexivo de la realidad: el juicio y la demostración.

La gnoseología aristotélico-tomista distingue netamente conocimiento y creencia, explicada por el profesor García Valdecasas de esta forma: *“La distinción entre conocimiento y creencia es fundamental en Aristóteles, quien los concibe como cogniciones inconmensurables. Así, entre la creencia y el conocimiento, la diferencia no es incremental, en el sentido de que no existe una propiedad o cualidad epistémica que, añadida a la creencia, la convierta en conocimiento (Burnyeat 1981, 106). De esta forma, Aristóteles no ve el conocimiento como una creencia cualificada o híper cualificada. La veracidad y el buen asentamiento de una creencia no la convierte en conocimiento. P. ej., la creencia de que el hombre es un animal, aunque verdadera, es dóxa. Cuando un sujeto cree que el hombre es un animal, percibe una identidad accidental entre dos predicados, pero cuando, en lugar de creerlo, lo conoce, la identidad entre ambos predicados ya no es accidental (Gerson 2009, 70). Por consiguiente, conviene notar que en el pensamiento aristotélico la diferencia entre creencia y conocimiento es fundamental.”* (fuente: voz “conocimiento y verdad” en el Diccionario Interdisciplinar Austral).

6.2.5 Creencia como actitud proposicional en la filosofía analítica

El siguiente párrafo ilumina, aún más, cómo la filosofía analítica explica que la creencia sea una actitud proposicional: *“Una actitud proposicional, entonces, es el estado mental de tener alguna actitud, postura, visión u opinión sobre una proposición o sobre un potencial estado de cosas en la que esa proposición es verdadera – un estado mental de la clase canónicamente expresable en la forma “S A que P”, donde S representa la posesión individual del estado mental, A representa la actitud, y P es una frase que expresa una proposición. Por ejemplo: Ahmed [el sujeto] espera [la actitud] que Alpha Centauri albergue vida inteligente [la proposición], o Yifeng [el sujeto] duda [la actitud] que exista Nueva York dentro de cuatrocientos años. Sobre lo que una persona duda o espera, otra quizá tema, o crea, o desee, o planee — diferentes actitudes, todas hacia la misma proposición. Las discusiones contemporáneas sobre la creencia a menudo se encuentran embebidas dentro de discusiones más generales sobre las actitudes proposicionales; y los tratamientos de las actitudes*

⁹¹ M. García Valdecasas, en la voz “conocimiento y verdad” del Diccionario Interdisciplinar Austral, dice lo siguiente: *“Otro desacuerdo relevante entre las teorías clásicas y modernas se centra en el conocimiento considerado como acto y como proposición. En la teoría del conocimiento como acto —contemporáneamente llamado conocimiento no-proposicional— se considera que la posesión de la verdad es un ejercicio del entendimiento que puede o no ser proposicional ...//... En cambio, en la teoría del conocimiento como proposición el paradigma de conocimiento es la proposición verdadera; el conocimiento es de proposiciones, y las proposiciones son el conocimiento. Según Russell, el conocimiento es la relación entre una proposición y un estado de cosas (Russell 1992, 127). Si a esta proposición subyace una creencia o un conocimiento propiamente dicho, sólo el análisis filosófico lo puede revelar.”*

proposicionales a menudo consideran a la creencia como el primer y más importante ejemplo.”
(traducción del autor)

Podemos tener, a la luz del párrafo precedente, diferentes actitudes ante la veracidad de una proposición: creémosla, dudar de ella – entendiendo por dudar que haya incertidumbre -, esperarla, temerla, desearla, etc. Estas disposiciones son fruto de la cognición – que puede ser intuitiva, judicativa o reflexiva - y de la volición influenciada por las emociones, es decir, de todo el obrar humano, en su conjunto. Si es objeto de la psicología el estudio del ejercicio de las facultades intelectual y volitiva, no puede olvidarse que la filosofía del conocimiento forma parte de la metafísica. El conocimiento es tan amplio como el ser. Aristóteles advirtió que el *ser veritativo* es uno de los sentidos del ser, es decir, la verdad es una propiedad trascendental del ser, aunque no es el sentido principal porque existe sólo en la mente.

6.3 Crítica al término *evidence* (evidencia) desde el realismo moderado

6.3.1 Conceptos de evidencia

Un buen ejemplo de cómo entienden, en el ámbito cultural anglosajón, el término “evidence”, es la siguiente descripción a comienzo de esa voz en la enciclopedia de la Universidad de Stanford (traducción del autor):

“Cuando comparamos explicaciones filosóficas de la evidencia con la forma en que el concepto se emplea a menudo en contextos no filosóficos, sin embargo, emerge pronto una tensión. Consideremos, primero, las clases de cosas que los no filósofos ven aptas para que cuenten como evidencia. Para el experto forense, la evidencia quizá consista en unas huellas dactilares en una pistola, un cuchillo ensangrentado, o un vestido con manchas de semen: la evidencia es, paradigmáticamente, la clase de cosa que quizá uno coloque en una bolsa de plástico y etiquete escribiendo “Pieza de convicción A”. De esta forma, un abogado defensor del criminal quizá plantee la hipótesis de que la evidencia que parece incriminar a su cliente fue introducida por un oficial de policía corrupto o desee que sea desplazada de lugar por un empleado descuidado. Para un arqueólogo, la evidencia es esa clase de cosa que uno quizá desentierre de la tierra y cuidadosamente la envíe a un laboratorio para un posterior análisis. ...///... La reflexión sobre ejemplos como los expuestos sugiere, de forma natural, que la evidencia consiste paradigmáticamente en objetos físicos, o quizá, en objetos físicos preparados en ciertas formas. Porque presumiblemente, los objetos físicos son la clase de cosas que uno quizá coloque en una bolsa de plástico, desentierre de la tierra, envíe a un laboratorio, o descubra entre las pertenencias de un individuo de interés histórico.”

El término “evidence”, en inglés, es polisémico en extremo (Lucena, 2017, páginas 46-50). En la tradición jurídica continental, los indicios o vestigios recogidos en el lugar del crimen reciben esas denominaciones específicas que se distinguen netamente de la propiedad de que puedan constituir evidencia, por ejemplo, de la comisión del crimen o de la implicación en el crimen de un sospechoso, es decir, de aquello que se investiga. El término “evidencia” se asimila a “prueba” en esta tradición, pero nuevamente se resalta que se trata de una propiedad de un indicio o vestigio, es decir, no se identifican – como sí lo hace la cultura jurídica anglosajona – con el término “evidencia”. Si se emplea ese término con el sentido anglosajón en la tradición jurídica continental o en la praxis forense es por influencia cultural de la literatura dominante en la materia, es decir, porque se ha convertido en un neologismo.

Bajo el epígrafe titulado *“Evidence as that which justifies belief”* (“Evidencia como lo que justifica la creencia”), podemos leer (traducción del autor):

“En cualquier suceso, el concepto de evidencia es inseparable del de justificación. Cuando hablamos de ‘evidencia’ en un sentido epistemológico, estamos hablando de justificación: una cosa es

‘evidencia’ para otra justo en el caso de que la primera tienda a realzar la razonabilidad o justificación de la segunda... Un concepto estrictamente no normativo de evidencia no es nuestro concepto de evidencia; es algo que no comprendemos.

—Jaegwon Kim, ‘Qué es la “Epistemología naturalizada”?’

La evidencia, cualquiera que sea, es la clase de cosa que puede marcar la diferencia en lo que uno esté justificado para creer o (lo que es frecuente, pero no siempre, que se tome por la misma cosa) lo que es razonable que uno crea. Algunos filósofos sostienen que aquello en lo que uno está justificado para creer está completamente determinado por su evidencia. ...///...

En vista de que la evidencia es la clase de cosa que confiere justificación, el concepto de evidencia está estrechamente relacionado con otros conceptos normativos fundamentales como el concepto de razón. Ciertamente, es natural pensar que ‘razón para creer’ y ‘evidencia’ sean más o menos sinónimos, distinguiéndose principalmente por el hecho de que el primero funcione gramaticalmente como un nombre contable mientras que el segundo funcione como un término incontable.”

El concepto de evidencia como causa de justificación de una creencia, típico de la filosofía analítica, se inserta meramente en el ámbito del pensamiento como fruto de un proceso reflexivo, por lo que acaba identificándose con el concepto de razón para creer. Por eso, como conocimiento razonado, los filósofos analistas se preguntan si satisface o no, enteramente, lo que de él se espera: que realmente sea causa de justificación de una creencia.

6.3.2 Evidencia en la gnoseología realista

El aristotelismo-tomista considera que la evidencia es una propiedad del objeto conocido en cuanto conocido. Consiste en la claridad con la que la mente percibe la correspondencia entre lo entendido – el objeto - y la cosa – un modo determinado de ser en la realidad -, por tanto, está vinculada al acto de la inteligencia que denominamos juicio. Esa claridad causa en la mente el estado de certeza. Este es el concepto clásico de evidencia objetiva.

Cabe distinguir entre evidencias sensoriales y evidencias intelectuales. Las primeras vinculadas con el uso de las facultades de conocimiento sensitivo y las segundas con el uso del raciocinio por parte de la inteligencia, si bien conviene advertir que en la teoría del conocimiento aristotélica todo conocimiento se deriva de los sentidos, en última instancia, sin excepción⁹². Sin duda, las evidencias intelectuales son las que acaparan la atención principal en los distintos aspectos del término tratados en la voz “evidence” de la enciclopedia de Stanford, si bien no se desdeñan las primeras, por lo que conviene profundizar en cómo esas evidencias se entienden desde el aristotelismo-tomista.

Las evidencias sensoriales merecen crédito por la infalibilidad que tienen los sentidos para captar su sensible propio, que es exclusivo de cada uno – esto no quita para reconocer que los órganos sensoriales puedan fallar por su naturaleza material -. Santo Tomás de Aquino afirma que toda potencia, en cuanto tal, está ordenada a su objeto. Y lo que está ordenado, siempre obra de la misma manera. Por tanto, el sensible es el objeto que capta un sentido y siempre es una cualidad. Sin embargo, no tienen infalibilidad con respecto a los sensibles comunes (movimiento, extensión, figura, reposo y número⁹³), que son cualidades derivadas de la cantidad, y que todos los sentidos los captan de acuerdo con su sensible propio.

⁹² En la descripción de la percepción sensible aristotélica seguimos a R. Corazón González, *Filosofía del conocimiento*, 2002, páginas 63-68.

⁹³ El número, como sensible común, es una cualidad derivada de la cantidad. “La cantidad es el primer accidente (en sentido aristotélico) de la substancia corpórea, debido a que la determina en razón de la materia, que es el sujeto potencial último en el que se dan todos los actos – modos de ser – de la substancia material” (Artigas et al., 1993,

Los sentidos externos conocen sin necesidad de especie expresa, es decir, al recibir el estímulo sienten, se actualizan. Sin embargo, los sentidos internos conservan las especies que reciben los sentidos externos. Se distinguen cuatro: el sensorio común, la imaginación o fantasía, la estimativa y la memoria.

El sensorio común no forma especie expresa porque su objeto son los actos y objetos de los sentidos externos, realiza el juicio de discernimiento entre las aprehensiones de los sentidos y las modificaciones intencionales de los sentidos – por ejemplo, la percepción de que vemos u oímos -. Es, por así decirlo, la conciencia sensible, aunque no conoce su propio acto. La unificación de las cualidades sensibles captadas por los sentidos externos la realiza mediante los sensibles comunes y los sensibles *per accidens* - los que se captan al nivel de la sensibilidad interna, exclusivamente, y que, por tanto, no son formales -.

La imaginación es un depósito de formas recibidas por los sentidos externos. Su órgano se constituye cuando actúa el sensorio común. Es una facultad representativa porque reobjetiva el objeto de los sentidos externos una vez unificado por el sensorio común, por eso se dice que es una facultad representativa: vuelve a hacer presente lo que fue captado previamente. Pero, además, la imaginación, al reobjetivar no sólo repite lo retenido sino que lo representado aparece conforme a reglas espacio-temporales puramente formales.

La estimativa valora lo sentido según su conveniencia o no con el animal. Percibe intenciones que son sensibles *per accidens* porque no provienen de los sentidos externos. Se trata de la base de la conducta instintiva, pues pone en marcha los apetitos. Con la estimativa, el animal previene el futuro.

La memoria archiva las intenciones de la estimativa. Lo propio de la memoria es el recuerdo. Tiene capacidad de retener formas y las valoraciones de la estimativa (puede retener recuerdos y despertar sentimientos sobre ellos).

Mientras que los animales perciben las intenciones especiales de las que hemos hablado por cierto instinto natural, los hombres las perciben mediante una cierta deducción. En el hombre, la estimativa se denomina cogitativa. El uso de la estimativa y la memoria en el animal está en función de sus necesidades vitales, mientras que el hombre puede usarlas con fines superiores. La conducta animal está gobernada por los instintos, mientras que el hombre rige su conducta por la razón. Para los animales, conocer es un medio, para el hombre es un fin.

Las evidencias intelectuales merecen crédito por las reglas de la lógica aplicables.

Ambos tipos de evidencias producen certeza en la mente y, como evidencias – que es criterio de verdad -, no pueden ser subjetivas porque, de lo contrario, caeríamos en un círculo vicioso. La certeza sí que es un estado subjetivo de la mente con respecto a la verdad lógica de un juicio, pero la certeza no justifica la veracidad de ese juicio. Un juicio es verdadero si existe correspondencia entre el objeto y la cosa, y tenemos que valernos de la inteligencia para percibir esa correspondencia, y en eso la inteligencia no es infalible, por eso cabe que perciba evidencia erróneamente.

En la filosofía clásica se reconoce que hay verdades evidentes que no necesitan demostración. Esa afirmación se sostiene porque todo hombre conoce la realidad y es consciente de que la conoce antes de aprender a razonar mediante la lógica. Ese conocimiento directo e inmediato es lo que se ha denominado *intuición* y que Aristóteles llamó *epagogé*. La inducción esencial (abstracción), el juicio y la conexión lógica demostrativa forman parte de la *epagogé* aristotélica. Los denominados

página 224). La cantidad y la cualidad son accidentes que se acompañan inseparablemente en todo cuerpo. El realismo moderado subraya que nuestro conocimiento de la realidad se basa en las cualidades reales de las substancias. Lo puramente cuantitativo es abstracto, se encuentra separado de la materia real y, por eso, no es objeto de percepción sensible (Artigas et al., 1993, páginas 224-225).

primeros principios del conocimiento (principio de no contradicción, principio de tercero excluido, principio de identidad, principio de causalidad, principio de finalidad, etc...) también forman parte del conocimiento intuitivo pero son evidentes *ex terminis*, es decir, resultan evidentes a partir de sus términos⁹⁴. El inmanentismo niega la existencia de evidencias objetivas, es decir, que la realidad pueda hacerse patente al entendimiento. Al no admitir que se pueda conocer la realidad tal y como es, sino sólo ideas que la realidad causa sobre nosotros, sólo es posible obtener evidencias subjetivas. La evidencia la conciben como la claridad a la que llega el conocimiento después de inspeccionar las ideas, por eso se considera la evidencia como causa de justificación de una creencia.

Por otra parte, el objeto propio de la inteligencia es la esencia de las cosas. Sobre ellas, hablando en absoluto, la inteligencia no yerra. Sí puede equivocarse sobre aquello que rodea a la esencia, al establecer con ello relaciones, al juzgarlo o descomponerlo, o al razonar sobre ello. Y por la misma razón, tampoco puede errar acerca de las proposiciones que se conocen inmediatamente, una vez conocida la esencia de los términos, como sucede con los primeros principios, de los cuales se desprende también la infalibilidad de la verdad de las conclusiones en cuanto a su certeza científica.

No obstante, la verdad obtenida en la abstracción es una verdad material, no formal. Aunque el entendimiento no se equivoque, no sabe que está en la verdad hasta que no la refiera a la realidad, mientras no la predique de una realidad concreta. El abstracto sólo existe en la mente, y, como tal, ni es verdadero ni falso. Por tanto, la verdad se da formalmente en el juicio y, también, en el raciocinio, que se rige por la lógica de las proposiciones y su propia lógica específica.

Como muy bien resaltó el epistemólogo tomista francés (Vernaux, Epistemología general, 1971, páginas 146-150), el concepto de evidencia ha sufrido en la filosofía contemporánea derivas semánticas irreconocibles para quienes conocen el concepto clásico, el cual ni siquiera se encuentra entre las opciones contempladas en la voz “evidence” de la enciclopedia de la Universidad de Stanford: evidencia como causa de la certeza, como criterio de captación de la verdad lógica por la mente.

6.3.3 Evidencia como guía hacia la verdad

Bajo el epígrafe titulado “*Evidence as a guide to truth: evidence as sign, sympton, or mark*” (“Evidencia como una guía hacia la verdad: evidencia como signo, síntoma o marca”), puede leerse (traducciones del autor):

“De forma general, la evidencia parece jugar un papel mediador en nuestros esfuerzos por llegar a tener una visión segura del mundo: buscamos creer lo que es verdadero mediante la adquisición de creencias que estén bien fundamentadas por la evidencia, y buscamos evitar creer lo que es falso mediante la no adquisición de creencias que no estén bien fundamentadas por la evidencia. La descripción está bien resumida por Blanshard:

‘Seguramente, la única regla posible’, que uno puede decir, ‘es la de creer lo que es verdadero y no creer lo que es falso’. Y desde luego esa sería la regla si estuviéramos en una posición de conocer lo que es verdadero y lo que es falso. Pero se levanta una completa dificultad por el hecho de que no lo

⁹⁴ ¿Son los primeros principios de Aristotéles realmente evidentes?, M. García Valdecasas, Escribir en las almas, Estudios en honor de Rafael Alvira, 2014, página 311.

conocemos y, a menudo, no podemos conocerlo. ¿Qué nos guía entonces?... El ideal es creer no más, pero tampoco menos, que lo que la evidencia garantiza (1974: 410-411)."

"Crear lo que es verdadero y no creer lo que es falso", es una forma de razonar en la que se confunden los verbos "conocer" y "creer". Lo verdadero se conoce si utilizamos nuestras facultades de conocimiento para ello. La actuación de la voluntad se centra en prestar asentimiento ante una proposición incierta. No tiene sentido creer lo que se percibe, por la inteligencia, como verdadero. Se cree cuando la inteligencia no es capaz de percibirlo y existen motivos de credibilidad para considerar la proposición como verdadera. Si hay evidencia, la mente está en el estado de certeza y no interviene la voluntad para asentir el juicio. No tiene, en ese contexto, sentido alguno emplear el verbo "creer" al tratarse de un puro acto de conocimiento.

"Ciertamente, es plausible suponer que tanto la capacidad de la evidencia para justificar la creencia (Sección 1) como el hecho de que los pensadores racionales respeten sus evidencias (Sección 2) dependen de la conexión entre evidencia y verdad."

La evidencia y la verdad lógica son interdependientes pero esos conceptos y la naturaleza de la interdependencia dependen, a su vez, de la gnoseología aplicada.

"¿Por qué la atención a la evidencia constituye una forma esperanzadora de conseguir una visión segura del mundo?"

Es decir, se pregunta el editor por qué la evidencia se constituye como una prometedora forma de conocer la realidad (la denomina "mundo exterior").

"Esta cuestión es más fácilmente contestada con algunas concepciones de la evidencia que con otras. De este modo, consideremos una teoría de acuerdo con la cual la evidencia consista en hechos. Dado que ninguna proposición verdadera es inconsistente con cualquier hecho, tenemos una razón inmediata para no creer proposición alguna que sea inconsistente con la propia evidencia, porque sólo las proposiciones que sean consistentes con la propia evidencia son candidatas para ser verdaderas."

Llamar a los hechos "evidencia" es confuso. Los hechos son acontecimientos pertenecientes al mundo real que pueden ser conocidos. Cabe conocerlos, directamente, a través de facultades perceptivas y el uso de la inteligencia. Pueden obtenerse evidencias perceptuales y, por tanto, se puede alcanzar la certeza de que los hechos observados han sucedido realmente. Cabe conocerlos, también, indirectamente, como se hace, por ejemplo, en la ciencia histórica o en la ciencia forense. Los hechos mismos pueden constituir evidencia de otras cosas – por ejemplo, de la posible comisión de un crimen –, pero la propiedad evidencial afirmada sobre los hechos no se identifica con ellos.

Para que una proposición sea verdadera sólo tiene que ocurrir que coincida con la cosa y que seamos capaces de captar esa correspondencia, no hace falta creer en nada. Afirmar que creemos o no en una proposición por coherencia o no con una evidencia es entender la evidencia como causa de la justificación de la creencia, pero las proposiciones no se creen, se afirman o niegan, y son verdaderas o falsas si coinciden o no con la realidad, y la evidencia es causa en la mente de la certeza. La justificación no está en la evidencia sino en la conexión entre conocimiento y verdad. El papel de la evidencia consiste en permitir a la inteligencia captar esa conexión, pero no es infalible. No tenemos más que la inteligencia – y sus operaciones - para entender la realidad y saber si la captamos.

"Lo mismo se mantiene en la concepción de la evidencia como conocimiento de Williamson: en la medida en que cualquier proposición conocida sea verdadera, una inconsistencia con la propia evidencia entraña inconsistencia con alguna verdad. Dicho al revés: si la evidencia consiste en hechos o proposiciones conocidas, entonces ninguna clase de evidencia descarta verdad alguna. Obsérvese

que eso no es verdad para concepciones de la evidencia de acuerdo con las cuales las propias evidencias consistan en las propias creencias, o las propias experiencias, o en proposiciones de las que se tiene psicológicamente certeza: que una proposición sea inconsistente con una de mis creencias, o con el contenido de una de mis experiencias, o con una proposición de la que tengo psicológicamente certeza, no garantiza que sea falsa.”

Las inconsistencias lógicas pertenecen al orden del conocimiento. Cuando se dice que una proposición es verdadera, se establece necesariamente una relación del entendimiento con el orden real. La verdad no consiste en la carencia de inconsistencia en el pensamiento, pero como la realidad es no contradictoria, lo conocido verdaderamente de la realidad tampoco puede serlo.

“Quizá la noción raíz de evidencia es la de algo que sirve como signo, síntoma o marca fiable de aquello de lo que es evidencia. En frase de Ian Hacking, es ‘la evidencia de una cosa que apunta más allá de sí misma’ (1975: 37). De este modo, fumar es evidencia del fuego, las manchas de Koplik evidencian el sarampión, un cierto distintivo y desagradable olor evidencia un huevo podrido. Aquí, el paradigma parecería ser aquello con lo que se tiene una directa correlación: la razón por la que el humo se considera evidencia del fuego, pero no la de una lluvia inminente, es que el humo es un indicador fiable o síntoma de lo primero, pero no de lo segundo. Tomada en su valor nominal, la idea de evidencia como indicador fiable tiende a fomentar una visión inclusiva de la clase de cosas que son elegibles para que se consideren evidencia, de acuerdo con la cual tanto objetos mentales como no mentales, sucesos y estado de cosas pueden calificarse como tal. Porque tales entidades parecerían ser perfectamente capaces de permanecer en una relación relevante con otros objetos, sucesos y estado de cosas.”

Se hace referencia a un concepto de evidencia como indicador fiable de otra cosa. En este concepto se habla de “cosas” que pueden ser evidencia - objetos mentales o no, sucesos y conjunto de circunstancias - de otras cosas.

6.3.4 Evidencia en el bayesianismo

El bayesianismo tiene un especial interés en la ciencia forense, de ahí que conviene centrar el esfuerzo crítico de este trabajo en los siguientes párrafos del texto de Stanford (traducciones del autor):

“Una observación sobre la teoría de la confirmación. Aunque la filosofía estuvo mucho tiempo ocupada, en algún sentido, sobre cuestiones sobre cuándo la evidencia hace que una teoría sea más probable que sea verdadera, la investigación de esta relación alcanzó nuevos niveles de sistematicidad y rigor durante la era positivista. Los positivistas pensaban que la filosofía era “la lógica de la ciencia”; ellos, de este modo, consideraron como tarea central de la filosofía la de proporcionar análisis y explicaciones detalladas de los conceptos científicos fundamentales, como los de explicación y confirmación.” ...///...

“Hempel (1945) y Carnap (1950) distinguieron dos ‘conceptos’ diferentes de confirmación: el ‘clasificadorio’ o ‘cualitativo’, por una parte, y el ‘cuantitativo’ por otra.” ...///...

“Grosso modo, el clasificadorio se emplea en los juicios en los que decimos sí o no con respecto a si una evidencia soporta o no una hipótesis dada.” ...///...

“Así, es el concepto clasificadorio el que entra en juego con juicios de la siguiente forma: ‘La hipótesis H es confirmada por la evidencia E’. Por otro lado, el concepto cuantitativo se utiliza cuando hacemos juicios numéricos sobre cuánto apoyo recibe una hipótesis de una evidencia (por ejemplo, ‘La hipótesis H es confirmada por la evidencia E hasta el grado R).’ ...///...

“Se desarrollaron teorías formales que intentaron explicar cada una de esas nociones. Hempel (1945) tomó el liderazgo del intento de explicar el concepto cualitativo, mientras que Carnap (1950, 1952) se concentró en el concepto cuantitativo. Durante este periodo, el estudio filosófico de la relación entre la evidencia y la teoría tomó, quizá por vez primera, las características de algo semejante a la ciencia normal, y llegó a ser una disciplina repleta de problemas técnicos, perplejidades y paradojas, soluciones anticipadas a lo que se catalogaron como elementos en la agenda para futuras investigaciones. Aquí descansan los orígenes de la teoría de la confirmación presente en nuestros días, como la representada por el Bayesianismo en sus formas proteicas (Véanse, por ejemplo, Jeffrey 1965, 1992, 2004, Horwich 1983, Howson and Urbach 1993) y sus rivales (por ejemplo, Glymour's (1980) el modelo de confirmación 'bootstrapping').

Aunque la visión propia de Carnap de la teoría de la confirmación fue finalmente abandonada, la aproximación cuantitativa que él lideró influyó en el subsiguiente desarrollo del tema. En particular, el énfasis en intentar entender la confirmación en términos cuantitativos sentó las bases para incrementar el uso de las matemáticas – y, específicamente, el cálculo de probabilidades – en el estudio filosófico de la evidencia.” ...///...

“La idea de que el cálculo de probabilidades proporciona la clave para entender la relación de confirmación es central en el Bayesianismo, la visión dominante dentro de la teoría de la confirmación contemporánea. No se llevará a cabo aquí un examen del Bayesianismo. En su lugar, tomaremos simplemente nota de la explicación del concepto de evidencia que ofrecen los bayesianos. Al principio de la presente sección, observamos que la evidencia confirma una teoría justo en el caso de que la evidencia haga más probable que sea verdadera; la evidencia rebate una teoría justo en el caso de que la evidencia haga menos probable que la teoría sea verdadera. Los bayesianos toman estas premisas como valor nominal y ofrecen la siguiente explicación probabilística de lo que consiste en que E sea evidencia para H:

E es evidencia para H sí y sólo si $\text{Prob}(H/E) > \text{Prob}(H)$ ⁹⁵.

Es decir, E es evidencia para H justo en el caso en el que la probabilidad condicional de H dado E sea mayor que la probabilidad incondicional de H. De este modo, el hecho de que la sangre del sospechoso se encuentre en el cuchillo es evidencia para la hipótesis de que el sospechoso cometiera el asesinato sí y sólo si la probabilidad de que el sospechoso lo cometiera fuera mayor dado que su sangre está en el cuchillo que la que habría en otro caso.

De modo similar,

E es evidencia contra H sí y sólo si $\text{Prob}(H/E) < \text{Prob}(H)$.

Es decir, E es evidencia contra H justo en el caso de que la probabilidad condicional de H dado E sea menor que la probabilidad incondicional de H. De este modo, el hecho de que las huellas dactilares del sospechoso no se encuentren en el cuchillo es evidencia contra la hipótesis de que el sospechoso cometiera el asesinato sí y sólo si la probabilidad de que el sospechoso lo cometiera fuera menor dada la ausencia de sus huellas dactilares en el cuchillo que la que habría en otro caso. Dentro de este modelo probabilístico, la verificación (en el sentido de confirmación conclusiva) entrañaría otorgar probabilidad 1 a la hipótesis, mientras que la falsación entrañaría otorgar probabilidad 0 a la hipótesis.

⁹⁵ Este modo de expresar la evidencia desde el bayesianismo no se corresponde con el modo en que los bayesianos expertos en estadística forense lo realizan. Puede consultarse (Taroni et al., 2014, apartados 1.3.4 *Abduction and inference to the best explanation* y 1.3.5 *Induction the Bayesian way*, puntos 1584-1693 de la edición digital).

Este sencillo modelo probabilístico de la evidencia y de la confirmación es un modelo atractivo y natural. Ciertamente, se encuentra insinuado en la ley Anglo-americana.” ...//...

El modelo bayesiano de la evidencia puede considerarse insinuado en la ley anglo-sajona, pero es necesario ser conscientes de que *“debemos buscar siempre una posible alternativa y probarla. Es la primera regla de la investigación criminal (The Adventure of Black Peter, Conan Doyle, 1953, p. 567).”*

En (Taroni et al., 2014, posiciones 1612-1689) se dice que *“algunos filósofos han sugerido que debemos razonar mediante inferencia a la mejor explicación:*

1. *Se observa E.*
2. *H₁ y H₂ son dos hechos explicativos en dos potenciales explicaciones alternativas de E.*
3. *La explicación que contiene H₁ es mejor, en términos absolutos, que la explicación que contiene H₂.*
4. *H₁ es aceptada provisionalmente.”*

Taroni enfatiza que el concepto de “mejor explicación en términos absolutos” es un punto crítico y ofrece una respuesta desde una perspectiva bayesiana:

“Para cualificar H como un hecho explicativo, ha de satisfacer dos condiciones necesarias. Es decir, H es un hecho explicativo de E sólo si (i) la probabilidad de H, dado únicamente la información de contexto, es mayor de cero y (ii) la verosimilitud de H, dado E y la información de contexto, es mayor de cero. Más formalmente, esto se escribe así: (i) Pr(H|I) > 0 y (ii) Pr(E|H, I) > 0.”

Taroni advierte que (i) probabilidad y verosimilitud son conceptos distintos y que (ii) puede darse ahora una regla para decidir cuál de dos hipótesis alternativas proporciona una explicación que sea mejor, en términos absolutos, para E.

Explica la regla de esta forma: *“Una explicación de E que contenga H₁ es mejor, en términos absolutos, que una explicación que contenga H₂ si, y sólo si, la relación entre las verosimilitudes, dado E, es mayor que el inverso de la relación entre sus probabilidades, dado la información de contexto únicamente:*

$$\frac{P(E|H_1, I)}{P(E|H_2, I)} > \frac{Pr(H_2|I)}{Pr(H_1|I)} .”$$

Taroni dice que partiendo del Teorema de Bayes en forma de apuestas⁹⁶ *“el siguiente esquema (llamado inferencia bayesiana) es válido:*

1. *Se observa E.*
2. *H₁ y H₂ son dos hechos explicativos en dos potenciales explicaciones alternativas de E.*
3. *La explicación que contiene H₁ es mejor, en términos absolutos, que la explicación que contiene H₂.*
4. *H₁ es más probable que H₂, condicionado a E.”*

Taroni concluye diciendo que *“Una hipótesis puede ser la mejor explicación de una determinada evidencia, dadas las hipótesis competitivas, sin ser la mejor explicación en términos absolutos. No es suficiente que la verosimilitud de H₁ se mayor, dado E, para concluir que es también más creíble, a no ser que se asuma, también, que H₁ y H₂ tengan las mismas probabilidades a priori.”*

⁹⁶ $\frac{Pr(H_1|E, I)}{Pr(H_2|E, I)} = \frac{Pr(E|H_1, I)}{Pr(E|H_2, I)} \times \frac{Pr(H_1|I)}{Pr(H_2|I)}$.

Por consiguiente, Taroni avisa que *“el paso inductivo – una vez hecho el análisis bayesiano – tiene que ser realizado por el Tribunal, y no por el experto, pues sólo el Tribunal domina la evidencia completa del caso y tiene el punto de vista necesario para evaluar cuál es la mejor explicación en términos absolutos.”*

6.3.5 Evidencia como árbitro neutral entre teorías científicas

En este apartado de la voz “evidence” de la enciclopedia filosófica de Stanford, se diserta sobre las distintas formas de entender la evidencia desde una epistemología que se denomina clásica, que se caracteriza por ser subjetivista al centrarse en lo que los individuos perciben como evidencia, y desde la epistemología dominante en la ciencia que se apoya en el carácter publicitario de la evidencia para garantizar una objetividad fundamentada en la intersubjetividad.

El concepto de evidencia científica se liga a la producción de métodos intersubjetivos, no restrictivos, capaces de producir acuerdo entre los investigadores.

Relacionado con los argumentos de los distintos pensadores que se citan en este epígrafe, los aristotélico-tomistas diferencian entre evidencia “quoad se” (para sí) y evidencia “quoad nos” (para nosotros). Decimos que una proposición es evidente cuando es fruto de un conocimiento intuitivo o cuando el predicado necesariamente está incluido en el sujeto. Ambas proposiciones son, en sí mismas, evidentes para la inteligencia.

Pero lo evidente por sí puede no ser evidente para un determinado individuo. Quien tiene el hábito del conocimiento matemático tiene mayor capacidad de conocimiento intuitivo en esa disciplina que quien no lo tiene. Y existen proposiciones que aun siendo evidentes por sí mismas – en este caso, el predicado está incluido en el sujeto -, no lo son para ningún hombre porque no podemos conocer los términos del sujeto y predicado en su radicalidad. Por ejemplo, cuando afirmamos: Dios existe. No obstante, cabe demostrar la existencia de Dios a partir de lo que conocemos: las criaturas, las cuales sí nos resultan evidentes.

Cuanto más ser tiene algo – cuanto más perfecto sea su ser -, más inteligible es. Sin embargo, lo más cognoscible por sí no es lo más cognoscible para nosotros, pues nuestro conocimiento empieza por los sentidos y su objeto propio son las esencias de los seres corpóreos.

6.4 La influencia del origen histórico del empleo del término “belief” en la definición de probabilidad subjetiva

El concepto de probabilidad subjetiva está vinculado al nacimiento y desarrollo de la escuela estadística bayesiana durante el siglo XX. Se define como el personal grado de creencia en la ocurrencia de un suceso o de la veracidad de un enunciado.

En mi tesis doctoral (Lucena, 2017) profundicé intelectualmente en los argumentos por los que consideraba que el uso de una terminología de raíz histórica empirista no era necesaria para definir la probabilidad subjetiva tal y como la entienden y aplican sus defensores en la ciencia forense. Mi crítica no fue dirigida hacia el adjetivo “personal” utilizado para calificar la expresión “grado de creencia”, no era la subjetividad del concepto lo que me preocupaba porque esencialmente estaba de acuerdo con la legitimidad del empleo de un concepto de probabilidad como ese tal y como sus principales desarrolladores la han justificado desde el punto de vista de su lógica técnica, sino hacia al empleo de la noción de “creencia” en su definición: un concepto estrechamente ligado a la teoría del conocimiento de Hume desarrollada en su Tratado sobre la naturaleza humana, en el que se recogen los fundamentos de toda su filosofía, radicalmente escéptica.

6.4.1 La noción de “creencia” en Hume

Hume es un exponente destacado de la Ilustración. Una buena parte del pensamiento filosófico clásico anterior a él, especialmente el metafísico, lo calificó de “abstruso”. Como se recoge en (Sanz Santacruz, Historia de la Filosofía Moderna, 1991, páginas 298-299), la epistemología de Hume está en estrecha dependencia de su concepto de experiencia. Para Hume, la experiencia era el principio sobre el que podía edificarse una epistemología rigurosa. Señala el profesor Sanz Santacruz que Hume entendió de dos formas ese concepto: “bien como conjunto de sensaciones a las que se reducen todas las ideas y pensamientos de la mente, o bien el conjunto de las percepciones habituales que tienen su origen en la costumbre”⁹⁷. Hume escribió que “la costumbre es la guía de la vida humana. Es el único principio que hace que nuestra experiencia nos sea útil, y nos lleva a esperar en el futuro una serie de acontecimientos similares a los que han aparecido en el pasado. Sin el influjo de la costumbre estaríamos en la ignorancia de toda cuestión de hecho, más allá de lo inmediatamente presente a la memoria y a los sentidos”⁹⁸. A tal extremo llegó Hume con la relevancia que para él tenía la costumbre que sostuvo que “todas las inferencias realizadas a partir de la experiencia son efecto de la costumbre y no del razonamiento”⁹⁹.

Sanz Santacruz explica que de todos los tipos de relaciones que la filosofía clásica describe como posibles – semejanza, dependencia, coordinación, causalidad, igualdad, etc. -, Hume distingue globalmente entre relaciones entre ideas y cuestiones de hecho o de existencia. Las primeras – aclara Sanz - son las únicas que Hume considera que pueden constituir el objeto del conocimiento cierto: un triángulo siempre guarda la propiedad de que la suma de sus ángulos es igual a la de dos ángulos rectos. Las segundas no dependen, según Hume, de la razón, sino sólo de la experiencia. La relación entre dos objetos por la distancia que los separa, no implica alteración de los objetos cuando varía la distancia. El tipo de conocimiento de estas segundas relaciones lo califica de moral o probable porque su contrario no implica contradicción.

Hume argumenta que los razonamientos acerca de las cuestiones de hecho – el mayoritario en el conocimiento humano - se fundan en la relación de causa y efecto. Y para referirse a este nivel de conocimiento introduce la noción de “creencia”.

Si queremos entender la noción de creencia en Hume es preceptivo explicar cómo entendía la causalidad. Hume parte de la constatación de un hecho frecuente y ordinario, que se repite de continuo. Sostiene que el conocimiento de una relación causal “surge enteramente de la experiencia, cuando encontramos que objetos particulares cualesquiera están constantemente unidos entre sí”¹⁰⁰. La lógica interna de la inferencia causal que realizan los seres humanos la explica Hume por la costumbre.

Y dice Sanz Santacruz: “La aparición de la costumbre en la teoría de la causalidad, por un lado, lleva a sostener que la inferencia o conexión causal que se da en toda cuestión de hecho o de existencia real deriva siempre de algún objeto presente a la memoria o a los sentidos y de una conjunción habitual entre éste y algún otro objeto; y, por otro lado, que la mente, al emitir el juicio, lo que está haciendo es creer”¹⁰¹. Y Sanz concluye el párrafo con esta sentencia: “La inferencia causal es, pues, resultado de la creencia y de la conjunción habitual entre dos objetos”, por tanto, creencia y costumbre configuran la teoría de la causalidad de Hume.

⁹⁷ Historia de la Filosofía Moderna, Víctor Sanz Santacruz, página 299.

⁹⁸ Investigación sobre el entendimiento humano, D. Hume, V, parte I, volumen 4, página 39. Esta obra es la segunda edición del Tratado sobre la Naturaleza Humana escrita por el mismo autor.

⁹⁹ Historia de la Filosofía Moderna, Víctor Sanz Santacruz, página 308.

¹⁰⁰ Investigación sobre el entendimiento humano, D. Hume, IV, parte I, volumen 4, página 24.

¹⁰¹ Historia de la Filosofía Moderna, Víctor Sanz Santacruz, página 309.

Hume distingue un tercer tipo de conocimiento al distinguir entre prueba y probabilidad. Esta cuestión es, para él, un ajuste con el lenguaje común, puesto que “parecería ridículo que alguien dijera que es sólo probable que el sol salga mañana, o que todos los hombres han de morir, por más que es manifiesto que de estos hechos no tenemos más seguridad que la que nos proporciona la experiencia”¹⁰².

Sanz Santacruz señala que Hume veía neta distinción entre el conocimiento estricto, el único que proporciona certeza, y las pruebas¹⁰³ y probabilidades que sólo proporcionan creencias. Si las creencias son consecuencia de la costumbre y la razón es definitivamente incapaz de descubrir la conexión última entre la causa y el efecto, limitándose a observar su conjunción constante en cada caso particular, no permite llegar a otra conclusión que la de admitir, en el mejor de los casos, que la creencia y la costumbre no pueden ayudar a los seres humanos a conocer la realidad más allá de un nivel meramente pragmático. La noción de creencia de Hume está vinculada a una concepción de la relación de causalidad que no permite obtener, verdaderamente, conocimiento de la realidad.

El radical escepticismo de la teoría del conocimiento de Hume en las categorías de conocimiento en las que pudiéramos adscribir las ciencias forenses (pruebas y probabilidades) no parece que sea la mejor opción para elegir sus categorías terminológicas como las más convenientes para estas ciencias.

6.4.2 Dicotomía entre conocimiento y creencia en Hume

Así califica Sanz Santacruz lo que, de otro modo, expresa como dicotomía en el hombre entre el poder de su razón e inclinación natural a confiar en sus sentidos. El escepticismo de Hume sostiene que esa inclinación natural hace creer al hombre que las imágenes que reciben sus sentidos son los mismos objetos exteriores. Niega que los sentidos sean realmente capaces de producir un contacto inmediato entre la mente y el objeto. Su filosofía pone en duda la evidencia del conocimiento sensible.

El rigorismo de su escepticismo, no obstante, lo mitiga admitiendo que a las cuestiones de hecho y existencia se accede mediante la creencia, la imaginación y la memoria. Como se ha recalcado en el anterior apartado, esa mitigación tiene para Hume una justificación meramente pragmática.

6.4.3 Inferencia bayesiana en ciencia forense

Los autores de una de las obras más sobresalientes en estadística forense de nuestros días¹⁰⁴ afirman que las conclusiones relacionadas con cotejos criminalísticos que sólo son probables se obtienen, deductivamente, de premisas también probables mediante las leyes y teoremas de la teoría matemática de la probabilidad y la denominada regla de Jeffrey publicada por este filósofo de la ciencia en 1983.

Apostillan que este avance en lógica inductiva ha constituido uno de los principales avances en esa disciplina en el siglo XX al proporcionar una respuesta al radical escepticismo de Hume sobre la inducción. Respuesta que está basada – como se subraya en la obra citada - en el razonamiento deductivo.

En la explicación que los referidos autores ofrecen sobre ese notable avance en lógica inductiva subrayan que las personas realizan sus observaciones teniendo en cuenta sus conocimientos previos y creencias a priori. De acuerdo con la terminología empirista acuñada por Hume, los primeros

¹⁰² Tratado sobre la naturaleza humana, D. Hume, I, 3, 11; volumen I, página 423.

¹⁰³ El concepto de prueba puede asimilarse al de suceso repetido constatable mediante observación.

¹⁰⁴ Bayesian Networks for Probabilistic Inference and Decision Analysis in Forensic Science, Taroni y otros, section 1.3.5 Induction in Bayesian way, 2014.

estarían fundamentados en la lógica deductiva y los segundos en la inductiva. Recalcan, a continuación, que si se reconoce lo que se acaba de decir, no hay obligación – como pensaba Hume – de confiar en un mero hábito psicológico innato – la costumbre - puesto que se dispone de una poderosa herramienta lógica que se conoce como inferencia bayesiana.

Si estos autores piensan que esta novedosa propuesta de lógica inductiva resuelve, mediante el razonamiento y creencias a priori, lo que Hume sólo pudo resolver mediante la costumbre y la creencia (pruebas y probabilidades), la hacen aparentemente compatible con el empirismo. Parece que queda salvaguardada la teoría del conocimiento de Hume que distingue entre conocimiento cierto (razonamiento deductivo) y creencias. Puede decirse que se ha encontrado un razonamiento deductivo capaz de utilizar creencias, y al insertarse dentro de un proceso de lógica inductiva, las conclusiones de ese proceso son probabilísticas y, por tanto, creencias.

La resaltada apariencia de respeto a la gnoseología de Hume es, sin embargo, meramente terminológica. Como defendí en mi tesis (Lucena, 2017, página 156), el proceso penal requiere una epistemología realista. Los que propugnan el uso de la inferencia bayesiana en la ciencia forense no necesitan la gnoseología empirista para defender su concepto de probabilidad subjetiva. Si en lugar de apoyarse en creencias a priori lo hicieran en las categorías propias de una gnoseología realista, es decir, si dijeran que las personas realizan sus observaciones teniendo en cuenta sus conocimientos previos, ya sean ciertos ya probables, evitarían tener que decantarse por un concepto de conocimiento netamente nominalista, es decir, aquél que sólo considera tal el conocimiento seguro porque en su noción identifican verdad con certeza. Para un realista, la verdad se predica del juicio, uno de los actos del entendimiento además de la simple aprehensión y el raciocinio. La certeza es un estado de la mente subjetivo sobre la verdad de un juicio. Se trata de un efecto cuya causa es la adecuación entre el objeto y la realidad percibida por la inteligencia. No confunden verdad y certeza. La mente queda en estado de incertidumbre cuando, tras un juicio, teme equivocarse en su asentimiento.

6.5. Reflexionando sobre el concepto de probabilidad subjetiva de Bruno de Finetti

Para el realismo moderado la verdad es, por un lado, una propiedad trascendental del ente porque se predica de todo ente sin excepción – se conoce como verdad ontológica – y, por otro, como propiedad de un juicio – uno de los actos de la inteligencia y que se conoce como verdad lógica -. Un juicio es verdadero cuando afirma que es lo que es y que no es lo que no es. Un juicio compone y divide conceptos, une sujeto y predicado con el verbo copulativo ser, y esa composición y división se refieren siempre a la realidad. En el juicio no sólo pensamos - como en la simple aprehensión mediante la cual conseguimos captar, por abstracción, la esencia de las cosas - sino que tratamos de conocer la realidad. Por eso el juicio es verdadero - si se adecua a la realidad - o falso - si no se adecua -. Estos conceptos de verdad no son los que detesta Bruno de Finetti aunque abjure de la metafísica calificándola de pseudo-ciencia de la oscuridad y del misterio. En realidad, esa metafísica de la que abjura no es la aristotélico-tomista sino la racionalista. Nos interesa analizar filosóficamente el juicio de probabilidad: ¿cabe encontrar algún sentido a un juicio de este tipo calificándolo como verdadero o falso, en contra de lo que vehementemente sostiene Bruno de Finetti desde su radical subjetivismo? Como fuente de su pensamiento, utilizamos su ensayo crítico titulado “Probabilism. A critical essay on the theory of probability and on the value of science”, publicado en italiano, en Nápoles, en el año 1931.

6.5.1 Introducción

Esta disertación es una consecuencia de la tesis doctoral de uno de los autores, defendida en la Universidad de Lausana (Suiza) el 12 de mayo de 2017, siendo el director de la tesis el Profesor Franco Taroni, uno de los estadísticos forenses más conocido y apreciado en la Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses (ENFSI) por sus contribuciones a esas ciencias, experto en estadística bayesiana y

profundo conocedor del pensamiento lógico-matemático de Bruno de Finetti, uno de los padres del bayesianismo cuyos frutos en el ámbito práctico de la ciencia y tecnologías modernas son enormes.

Con más de 27 años de ejercicio práctico de la criminalística en el Laboratorio Central del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil y una directa participación en el desarrollo de la Guía de ENFSI titulada “ENFSI Guideline for evaluative reporting in forensic science”, publicada en marzo de 2015, la experiencia científica de este coautor sobre el conocimiento y uso práctico de la estadística bayesiana en distintos ámbitos de la ciencia forense, ha sido muy enriquecedora.

La especial peculiaridad de este trabajo estriba en que la formación filosófica de quien escribe es aristotélico-tomista, mientras que Bruno de Finetti se autodefine como subjetivista y relativista. Aparentemente, uno y otro se sitúan en las antípodas desde un punto de vista filosófico.

La lógica, como ciencia, puede estudiarse desde una perspectiva puramente teórica, filosófica, o desde una perspectiva puramente normativa, técnica. La primera es fundamento de la segunda¹⁰⁵. Cuando los posicionamientos filosóficos están netamente enfrentados, como el realismo moderado y el probabilismo de Bruno de Finetti, cabe encontrar un amplio espacio de entendimiento dentro del ámbito de la lógica normativa.

El concepto de probabilidad subjetiva entendido como personal grado de convicción sobre la ocurrencia de un suceso o la veracidad de un enunciado sobre hechos – relacionado con un estado mental de certeza o incertidumbre y como medida del grado de incertidumbre tras el juicio de probabilidad – encaja en la filosofía aristotélico-tomista si esos términos se entienden de acuerdo con ella, por lo que no cabe identificarla con el concepto de probabilidad subjetiva de Bruno de Finetti, netamente anclado en una filosofía inmanentista. Sin embargo, desde una perspectiva meramente lógico-técnica, cabe su uso con idéntica eficacia y alcance en la resolución de problemas prácticos.

Quizá no esté de más señalar, para quienes no estén familiarizados con la historia de la filosofía, que el realismo moderado es incompatible con el determinismo racionalista y el empirismo positivista, corrientes filosóficas que detesta Bruno de Finetti desde su óptica lógico-filosófica por el concepto objetivista que esas corrientes tienen de la probabilidad.

6.5.2 Sobre la naturaleza ontológica del juicio de probabilidad

Si Bruno de Finetti leyera el título de este apartado, diría que para él carece de sentido. No concibe que pueda hablarse, existencialmente, de un juicio. Ni siquiera tiene sentido para él el concepto de existencia. Cuando desde la filosofía aristotélico-tomista se estudia la naturaleza ontológica de un concepto o de un juicio – que es la composición o división entre conceptos mediante el verbo

¹⁰⁵ Millán-Puelles aclara que “La lógica puede ser (y en efecto lo ha sido) considerada como una ciencia normativa y como una ciencia puramente teórica. Ambas formas de verla son entre sí compatibles. Más aún: se enlazan de tal manera que la lógica puramente teórica es el fundamento de la lógica normativa. Aunque no puramente, la lógica normativa es asimismo teórica, en tanto que lo teórico se contrapone a lo práctico en su más estricta acepción. Así tomado, lo práctico tiene por fin el hacer, no el saber, ni siquiera el saber hacer, que es lo que se pretende en toda técnica o arte. No dice ‘haz X si quieres Y’, sino, incondicionalmente, ‘haz X’. Sus mandatos son, por decirlo en la terminología de Kant, categóricos, no hipotéticos, mientras que las reglas de las técnicas valen como mandatos sólo hipotéticamente: en el supuesto o hipótesis de que se quiera algún fin para cuya consecución esas reglas dictan los medios que han de ser empleados. Muy distinto es el caso de las ciencias puramente teóricas. En ellas no se establecen mandatos (normas, imperativos), ni siquiera hipotéticos. De esta suerte, la lógica puramente teórica no es, en manera alguna, la ciencia de cómo se debe proceder para hacer un buen uso de la razón. Pero las reglas o normas del buen uso de la razón – las establecidas por la técnica lógica – tienen un fundamento puramente teórico, el cual consiste en las relaciones que entre sí mantienen los objetos de la actividad intelectual, precisamente como tales objetos, cuando el entendimiento está efectivamente bien usado ... Estas relaciones son todas ellas irreales, porque no afectan a la intrínseca realidad de lo entendido...” (La lógica de los conceptos metafísicos, Obras completas de Antonio Millán-Puelles, Volumen XI, páginas 32-33, editorial RIALP, Madrid, 2002).

copulativo ser -, se subraya que antes que nada son entes: lo que no es ente no es cognoscible. La inteligencia necesita el ser como la vista la luz: sin el ser, no puede actuar, no hay conocimiento posible. La existencia es efecto del acto de ser: aquello que es, existe.

Un juicio tiene un ser entitativo y un ser representativo o lógico. El primero radica, en último término, en el acto de ser de una sustancia: cada ser humano singular que está dotado de sus facultades de conocimiento. El juicio es una de las operaciones de la inteligencia, pero la inteligencia no puede formarlos sin la actuación precedente de las facultades sensitivas y del proceso de abstracción de los conceptos por la simple aprehensión. Su ser entitativo es la de ser en otro: un accidente que denominamos operación al tratarse de una actividad interna de la inteligencia. Su ser representativo o lógico lo caracterizamos mediante el término proposición.

Luego, un juicio de probabilidad es una operación de la inteligencia – como todo juicio – y su naturaleza ontológica, su esencia, su modo de ser, es la de ser un accidente de una facultad de conocimiento – la inteligencia – que es también un accidente, sostenidos en su existencia por el acto de ser de la sustancia en cada ser humano singular. Esta es la argumentación filosófica que permite hablar de objetividad en todo juicio de probabilidad, rechazada radicalmente por Bruno de Finetti: pero, esta objetividad no es la objetividad del determinismo racionalista que es la que él critica. En la objetividad racionalista no hay espacio para la contingencia, para la no necesidad en la naturaleza.

Bruno de Finetti no entiende que pueda sostenerse la certeza de una proposición en el conocimiento científico porque sería lo mismo que reconocer que existe una realidad exterior a nuestra mente, imperturbable, contra la que podemos verificar la veracidad o falsedad de nuestros juicios, incluidos los de probabilidad.

Para Bruno de Finetti verdad y certeza se identifican. Esa identificación es típicamente inmanentista y no sólo se encuentra en la filosofía racionalista sino también en la empirista con idéntica fuerza. Si verdad y certeza se identifican, y para Bruno de Finetti la probabilidad sólo tiene sentido ante la ignorancia que experimenta la inteligencia ante lo que intenta conocer y, por consiguiente, el temor a errar que esa ignorancia conlleva – estado de la mente que denominamos incertidumbre -, en el concepto de probabilidad subjetiva de Bruno de Finetti no hay espacio para la certeza, no hay espacio para la verdad, no hay espacio para la ontología: sólo hay espacio para el pensamiento, y el pensamiento en la ciencia experimental es siempre opinión. En esto consiste su subjetivismo radical y esa es la raíz filosófica inmanentista de su concepto de probabilidad subjetiva.

6.5.3 Dependencia del concepto de probabilidad respecto a la verdad

Si el juicio de probabilidad se define como medida de la incertidumbre de la inteligencia sobre la ocurrencia de un suceso o la veracidad de un juicio, es esencialmente un juicio comparativo: medir es comparar. Pero ¿qué comparamos en un juicio de la inteligencia si nos atenemos al contexto de la investigación de un supuesto hecho delictivo? Podemos preguntarnos, primeramente, por la mera existencia del hecho: comparamos un enunciado sobre la ocurrencia de un suceso – nuestra opinión al respecto - con su efectiva ocurrencia – la realidad extramental de su ocurrencia -. Ese juicio tiene una clara referencia extramental. Aunque el hecho ocurrió o no ocurrió – no existen más posibilidades extramentales -, la asignación de probabilidad, nuestro personal grado de convicción en que nuestro juicio – nuestra opinión – coincida con la realidad extramental, en la que indagamos con nuestras facultades de conocimiento, dependerá de nuestro personal conocimiento, información y experiencia. Todo eso condicionará nuestro juicio de probabilidad en cada caso concreto. Sin duda, nuestro juicio será subjetivo pero no puede dejar de estar fundamentado en la realidad: esta es la visión del realismo moderado.

Un juicio subjetivo no fundamentado en la realidad para resolver un problema real es un contrasentido. Es contradictorio defender la existencia de juicios subjetivos por sí mismos: el

pensamiento no es independiente de la realidad. Sin realidad, no hay pensamiento. Y si hay realidad, puede haber una potencia intelectual que capte lo inteligible de las cosas. Si no hay verdad ontológica, no puede haber verdad lógica: la potencia intelectual de una facultad de conocimiento como la inteligencia puede actualizarse si hay potencia inteligible en aquello que intenta conocer. Sin verdad ontológica no hay espacio para que una potencia intelectual pueda actualizarse emitiendo juicios: sin verdad, no hay probabilidad.

6.5.4 Dependencia del concepto de certeza respecto a la verdad

Los conceptos de verdad ontológica y verdad lógica enmarcan la certeza en el ámbito exclusivo de la mente, es decir, en objeto de estudio propio de la psicología. La certeza es uno de los estados mentales en los que puede encontrarse la inteligencia cuando asiente a un juicio. Se trata de aquél estado en la que logra percibir, con evidencia, la correspondencia de lo enunciado con el pensamiento o con la realidad. Cuando un matemático percibe, con evidencia intelectual, que sus conclusiones se deducen de sus premisas, percibe la certeza de sus conclusiones. Cuando un testigo asiste a la comisión de un hecho delictivo, percibe la certeza en sus juicios al al experimentar, con evidencia sensible, lo que sucede.

El estado de certeza es un estado subjetivo de la mente. Ese estado se genera en el proceso de formación de la verdad lógica, es decir, en el proceso de generación del juicio. Se trata de uno de los posibles resultados del proceso y es el que representa el mejor de los estados posibles para la una facultad de conocimiento, como es la inteligencia. Sin embargo, la certeza no es infalible. Ese estado puede producirse no sólo cuando la mente capta la realidad extramental, en alguna medida, porque la riqueza del ser de la realidad no es perceptible por la inteligencia en plenitud en una única intelección, sino cuando la mente percibe evidencia, y la evidencia puede ser engañosa. Bien tenemos experimentado que, en ocasiones, nos engañan los sentidos, o nos engañan los argumentos falaces o sofismas.

La certeza no es la verdad. Los inmanentistas confunden certeza y verdad porque, en última instancia, para ellos la verdad es un producto de la razón. Pero esa verdad de los inmanentistas nada tiene de objetivo. El determinismo racionalista que critica duramente Bruno de Finetti es intrínsecamente inmanentista. La realidad que critica Bruno de Finetti no es la extramental, la fundamentada en el ser de las cosas, sino en el pensamiento.

Lo objetivo está en el ser. La noción de ente se determina en un doble sentido: mediante nociones que expresan modos particulares de ser (los denominados predicamentos) y mediante nociones que significan aspectos comunes a todos los entes (los denominados trascendentales). Estos últimos significan aspectos de la perfección propia del acto de ser que no se expresan explícitamente en el concepto de ente, y que ayudan a tener una visión más completa de la realidad: entre ellos se encuentra el concepto trascendental de verdad¹⁰⁶.

¹⁰⁶ M. García Valdecasas, en la voz “conocimiento y verdad” del Diccionario Interdisciplinar Austral, hace la siguiente introducción: *“El término “conocimiento” y la disciplina filosófica que lo estudia —la teoría del conocimiento— han experimentado notables cambios hasta el presente. La teoría clásica concibe el conocimiento en íntima unión con la verdad, como una captación intelectual de realidades necesarias e inmutables. Con la llegada de la modernidad, la difusión de un clima escéptico puso en duda esta pretensión, cuestionando la aptitud misma del conocimiento para la verdad. Esta duda ha presidido toda la modernidad hasta el presente. Para responder al desafío escéptico, las principales corrientes de la llamada epistemología analítica contemporánea han intentado, sin éxito, explorar el carácter justificante del conocimiento. En este intento, han destacado teorías encaminadas a mostrar que el conocimiento recibe su justificación desde un fundamento, como el fundacionismo y el coherentismo; teorías encaminadas a mostrar que el conocimiento recibe su justificación desde sus fuentes, como el externalismo y el internismo; y teorías encaminadas a mostrar que la recibe por las facultades cognitivas mismas como instrumentos de conocimiento fiables, como la epistemología de la virtud. Todas ellas generan, a su vez, nuevas paradojas e*

La verdad como propiedad trascendental del ente no añade al ente nada real sino una relación de razón. Las cosas son verdaderas en la medida que son, no en cuanto que sean conocidas como verdaderas por nuestras facultades de conocimiento. La verdad de las cosas es independiente y es medida de nuestra inteligencia. No es la inteligencia la que determina la verdad de las cosas.

El concepto de verdad se atribuye principalmente a los juicios del entendimiento. La verdad pertenece a los actos de la inteligencia que se conforman con la realidad y la expresan fielmente. Un juicio es verdadero cuando afirma que es lo que es y que no es lo que no es, y esto implica que la verdad del entendimiento depende del ser: de su entidad y su aptitud para ser captada por la inteligencia. El ser es previo y fundamento de la verdad. No sería verdadero el entendimiento que se adecúa a las cosas si éstas no tuvieran, en sí mismas, su verdad, que denominamos ontológica: la verdad se fundamenta en lo que las cosas son.

El entendimiento puede captar la verdad de los entes. La verdad ontológica es una propiedad trascendental de los entes que añade a la noción de ente una relación de conveniencia a un intelecto que puede comprenderla. Por tanto, el ente es verdadero en cuanto es inteligible, en el sentido de que posee una aptitud esencial para ser objeto de una intelección verdadera. El ser es la raíz de toda inteligibilidad: entendemos lo que es, y lo que no es, no puede saberse.

Cada cosa es cognoscible en cuanto que está en acto, y no en cuanto que está en potencia. Las cosas se entienden por su acto de ser, por su forma sustancial y por sus accidentes (formas accidentales). La potencia se puede conocer sólo en proporción al acto (que el hombre perciba que pueda conocer y conocerse se desprende de su acto de conocer). La materia se capta en tanto que es sujeto potencial de la forma (la materia prima de los entes corpóreos se conoce en cuanto materia del oro, la plata, etc.).

La verdad de los entes es fundamento y medida del entendimiento humano. La relación de los entes con el entendimiento humano es una relación de razón. Las cosas no adquieren una nueva relación real al ser entendidas por un hombre. No son verdaderas según las conozcamos o no, sino justo al revés. Nuestra inteligencia depende de la verdad ontológica, con una dependencia real. El ente no se reduce a la inteligibilidad humana, como decía Berkeley (ser = ser percibido). En lugar de aceptar que el ser es el fundamento de la inteligibilidad del ente, la filosofía de la conciencia dice que es la inteligibilidad del ente la que fundamenta su ser. Por eso, el idealismo no habla de cosas sino de objetos de conocimiento.

La verdad del entender humano, o verdad lógica, consiste en la adecuación del intelecto a las cosas. La falsedad, en sentido estricto, sólo se da en el entendimiento humano. El ente, en cuanto tal, es siempre verdadero. La falsedad es un defecto del entendimiento.

El entendimiento humano se ordena de suyo a la verdad, pues la inteligencia tiene la capacidad de conocer las cosas como entes. Pero la adecuación entre la inteligencia y los entes tiene su fundamento en el ser de la inteligencia y en el ser de los entes. La relación entre esos seres no es de igual a igual. Se trata de una relación entre lo superior (el ser de la cosa) con lo inferior (el ser de la inteligencia): entre una cosa y su semejanza o representación; entre la imagen reflejada en un espejo y el objeto que la produce; entre un sello y la huella que deja en la cera. El intelecto verdadero no se convierte físicamente en la cosa conocida sino que se adecúa operativamente (accidentalmente) a ella. Participa del ser de la cosa conocida de una forma que llamamos "intencional". Esa capacidad

imponen la necesidad de volver a los fundamentos de esta disciplina, presentes en la teoría clásica, para descubrir la conexión entre conocimiento y verdad, e intentar detener el desafío escéptico."

de adecuación procede tanto del ser de la cosa conocida - si no fuera, no podría conocerse -, como del ser del intelecto – que capta, intencionalmente, la forma de la cosa conocida -.

La ordenación del intelecto a la verdad no es algo ajeno al ente, como un a priori del espíritu humano, sino algo que brota del ser, fundamento de la verdad. La verdad no se fundamenta en el simple aparecer de las cosas a la conciencia.

La verdad en el entendimiento implica no sólo la adecuación con la realidad sino saber que esa adecuación se ha producido efectivamente. Se dice que la verdad lógica tiene dos dimensiones: la adecuación y la reflexiva. Al ser la verdad una adecuación entre dos términos, sólo puede darse cuando están presentes esos términos, es decir, en una operación de la mente que denominamos juicio. El juicio compone o divide, pero siempre referido a la realidad. En el juicio no sólo pensamos (como en la simple aprehensión) sino que tratamos de conocer la realidad. Por eso el juicio es verdadero (si de adecua a la realidad) o falso (si no se adecua).

Todo predicado es una forma que se atribuye a un sujeto. Si esa formalidad que la mente atribuye a un ser, se da en la realidad, entonces puede decirse que existe una con-formidad entre el entendimiento y la cosa.

Sin embargo, no basta para estar en la verdad que se adecúe el entendimiento a la cosa, sino que es necesario ser conscientes de ello. Hace falta una reflexión. Esta dimensión de la verdad es la que produjo el criticismo. La filosofía crítica busca la seguridad del conocimiento.

Santo Tomás de Aquino resuelve la cuestión de la reflexión sobre la adecuación del entendimiento con la cosa del siguiente modo¹⁰⁷:

- a) El entendimiento conoce la realidad y formula un juicio.
- b) El entendimiento conoce su propio acto, es decir, es consciente de que ha juzgado.
- c) Conoce la naturaleza del propio entendimiento, que consiste en adecuarse a la realidad.
- d) Conoce que se ha conformado con la realidad y que no ha incurrido en el error.

El acto de conocer no es sensible, no puede conocerse mediante un concepto abstraído de una experiencia sensible. La autoconciencia, la conciencia de su propio acto, no es un conocimiento objetivo sino habitual. El conocimiento habitual no es un conocimiento de objetos pensados sino de actos reales, de actos de conocimiento. Cuando el intelecto posible pasa al acto de entender, dicho acto es iluminado por el intelecto agente – que está siempre en acto – y conoce su propio acto. Pero los actos no se conocen como objetos (los objetos son formas pensadas), por eso su conocimiento no es actual sino habitual. Este tipo de conocimiento que denominamos habitual es un conocimiento meramente existencial, sin contenido objetivo alguno.

Aristóteles afirmaba que *“lo entendido en acto es el entendimiento en acto”* (Aristóteles, De Anima, III, 7, 431a 1 s). Esto significa que la forma del entendimiento es la forma conocida. Al conocer no hay dos formas: la misma forma está en la realidad y en el pensamiento, por eso cuando el entendimiento conoce una forma cualquiera, conoce su propia forma (que es la del objeto), conoce que su acto es conformarse, conociendo así su naturaleza.

Gracias a la autoconciencia sabemos que vivimos, que actuamos, que somos. Ahora, sabemos que conocemos porque sabemos qué es conocer. Esta reflexión la realiza el entendimiento sin necesidad

¹⁰⁷ Filosofía del conocimiento, R. Corazón González, 2002, página 156.

de una nueva especie o idea, pues basta la idea entendida para que el intelecto se entienda a sí mismo.

Conocida la naturaleza del acto, conocemos también la adecuación del entendimiento a la cosa, es decir, la verdad.

Sin ser, no hay verdad; sin verdad, no hay certeza; y sin certeza, no hay incertidumbre. Sin certeza e incertidumbre, no hay probabilidad.

Atentamos contra el primero de los principios del conocimiento intelectual, el de no contradicción, si no distinguimos radicalmente la certeza de la incertidumbre. El principio de no contradicción tiene una variante lógica, pero su enunciado genuino es realista, es más, es la primera ley de la realidad: lo que es, no puede no ser, en el mismo sentido.

La incertidumbre es el temor que experimentamos al ser conscientes de que podemos errar al asentir un juicio. En ese estado, necesitamos que actúe necesariamente la voluntad para prestar el asentimiento. Esa es su naturaleza psicológica y, por tanto, su objetividad, porque el juicio ha sido emitido realmente, el temor a errar es real y el asentimiento de la voluntad bajo ese temor también. El temor a errar es consecuencia de una emoción genuinamente humana: el deseo de alcanzar la verdad en los juicios. Las facultades de conocimiento humanas están dirigidas, por su propia naturaleza, a conocer verdaderamente la realidad. Esa finalidad natural es negada por los inmanentistas porque no aceptan la causa final, el orden teleológico que se advierte de forma muy especial en el ámbito de los seres vivos.

Cuando ese temor no aparece, la inteligencia percibe evidencia y asiente al juicio de modo natural, quedando en estado de certeza. No ha hecho falta que haya intervenido la voluntad para prestar el asentimiento al juicio, ha bastado la inteligencia porque sólo ella percibe la adecuación del entendimiento y la cosa.

Las opiniones son juicios con incertidumbre. Los juicios propios de la ciencia experimental se enmarcan en esta categoría. Se habla de certeza física, distinguiéndola de la metafísica que, por ejemplo, se logra en las matemáticas, para subrayar que con el método científico, aplicado en las ciencias experimentales, no logramos alcanzar el mismo grado de convicción sobre la veracidad de las hipótesis científicas que la inteligencia percibe con los razonamientos meramente deductivos. Eso no quiere decir que el científico no posea certezas metafísicas en su quehacer o que esas certezas tengan una importancia menor, todo lo contrario, como puede ser su convicción sobre la realidad del principio de causalidad en la naturaleza, algo indispensable para que su propia actividad científica tenga sentido. Lo que se quiere subrayar es que el razonamiento propio del quehacer científico es el inductivo, y ese razonamiento no permite llegar a proposiciones con certeza metafísica, por tanto, con Bruno de Finetti, no permite pasar de considerarlas, estrictamente, como opiniones.

Pero sin certeza, no tendría sentido hablar de falta de certeza, o sea, de incertidumbre. La facultad de la inteligencia tiende, por propia naturaleza, a conocer la realidad y a llegar, a ser posible, al estado de certeza en sus conocimientos, valiéndose para ello de la ciencia, pero esa meta queda ordinariamente fuera de su alcance por la naturaleza propia del razonamiento que, preferentemente, se utiliza en la ciencia experimental: el inductivo.

6.5.5 Profundizando en la naturaleza ontológica y lógica del juicio de probabilidad

Hemos visto que la incertidumbre de la mente es consecuencia de asentir a un juicio sin la percepción de la evidencia que permitiría asentirlo como verdadero. Se percibe temor a que pueda ser erróneo. El temor a errar es consecuencia de una valoración, realizada por la inteligencia, de la

correspondencia entre lo entendido y la realidad que se quiere conocer. Cabe también hablar de error en el silogismo, en el razonamiento: un error meramente lógico.

Cuando nos referimos a un error en un juicio de probabilidad, las posibles fuentes de error se concentran, por tanto:

1. En las operaciones lógicas del raciocinio.
2. En la falta de correspondencia entre lo entendido y la realidad.

Si nos centramos en el juicio como verdad lógica, todo enunciado puede ser verdadero o falso comparado con la realidad. Sin embargo, en un juicio de probabilidad, el enunciado es predictivo. El sujeto del juicio puede ser un acontecimiento presente – sobre el que hay ignorancia y, por eso, incertidumbre –, pasado o futuro, es decir, un suceso sobre cuya ocurrencia hay incertidumbre.

Tenemos que diferenciar entre la verdad o falsedad del enunciado que describe el hecho predicho y entre la consistencia o no del enunciado prediciendo el hecho. La certeza en el juicio está relacionada con el grado de convicción personal sobre la veracidad de un enunciado sobre un hecho, o sobre la consistencia de una predicción sobre la ocurrencia de un hecho. En el primer caso, la inteligencia compara el enunciado directamente con la realidad; en el segundo, el grado de convicción proviene de una reflexión lógica, en la que es esencial el respeto a las leyes del raciocinio. En este segundo caso, sólo puede hablarse de razonamiento fundamentado en las leyes de la lógica o contradictorio con ellas.

Sin embargo, en toda reflexión lógica se tiene en cuenta la realidad. No es posible el pensamiento sin esa referencia radical a la realidad: la actividad intelectual no es posible sin la actividad cognoscitiva sensible previa.

6.5.6 Evaluación de la probabilidad de la ocurrencia de un suceso o de la veracidad de un enunciado sobre hechos

Bruno de Finetti subraya que una evaluación de probabilidad es únicamente la expresión de un estado mental. Un aristotélico-tomista coincide con él en que la incertidumbre es un estado mental, pero medir una incertidumbre no es lo mismo que experimentarla. Mientras que lo primero exige una reflexión, el ejercicio del raciocinio, lo segundo es uno de los efectos posibles de la segunda operación de la inteligencia auxiliada con la voluntad: construir un juicio y asentirlo con la voluntad al percibir la inteligencia temor a errar.

Medir implica razonar, y razonar inductiva y deductivamente. Cuando medimos, lo hacemos conforme a unos enunciados básicos y unos criterios de protocolaridad. Esa actividad científica experimental se dice que está objetivada¹⁰⁸, es decir, permite que cualquier persona, partiendo del mismo aparato conceptual y de los mismos procedimientos, pueda alcanzar similares resultados.

No es lo mismo medir un parámetro físico, existente de forma singular en la realidad extramental (por ejemplo, una distancia física o la temperatura ambiente), que medir el grado de incertidumbre tras la aserción de un juicio porque esto último sólo existe en la mente – su realidad es meramente mental -. En cuanto juicio referente a un raciocinio de naturaleza meramente lógica, puede tener un resultado certero por evidencia intelectual o un resultado incierto por carencia de esa evidencia.

Medir es comparar. Se trata necesariamente de un razonamiento relativo porque requiere la determinación de una unidad de medida que permita la comparación. Aunque la unidad de medida

¹⁰⁸ El proceso de objetivación en la ciencia experimental tiene una relevancia fundamental para entender el alcance del conocimiento que se adquiere ejerciéndola (sobre ese concepto, consúltese Agazzi, 2018).

sea convencional, no se elige de forma arbitraria. La creación de la unidad de medida requiere un aparato conceptual y procedimental que, en no pocos casos, es complejo.

Si la incertidumbre sólo existe en la mente, con una existencia meramente mental, no puede confundirse la denominada incertidumbre de medida en una medición física – su grado de precisión y exactitud científica de acuerdo con el estándar de medida aplicable - con la incertidumbre de una medición lógica – un efecto psicológico de temor a errar propio de la inteligencia como facultad de conocimiento -, por más que la medición lógica pudiera tener que ver con un hecho real.

En la medición física se distinguen la exactitud y la precisión. La exactitud es la diferencia entre el valor que un calibrador es capaz de medir con una señal patrón y el valor experimental obtenido con un instrumento de medida tras el proceso de medición o, en términos más generales, la diferencia observable entre el suceso realmente acaecido y el suceso predicho. La precisión se relaciona con la dispersión de los valores experimentales obtenidos cuando el proceso de medición trata de medir el valor de referencia, o entre los distintos intentos de predicción del suceso acaecido siguiendo el mismo protocolo. Ambas propiedades dependen del grado de desarrollo de los elementos básicos mencionados en toda actividad científica. Son propiedades lógicas con fundamento en la realidad. Son propiedades que pueden calificarse de objetivas en la medida en que sean repetibles aplicando el objetivado proceso de medición.

Si se trata de un hecho futuro, no tiene sentido hablar de predicción verdadera o errónea hasta que el hecho realmente acaezca, porque sólo entonces el hecho será real y lo predicho se corresponderá o no con lo acaecido. Hasta entonces, la predicción estará, simplemente, mejor o peor fundamentada, conforme a las reglas de la lógica. Podría incluso calificarse la predicción de contradictoria, conforme a esas reglas, si otras personas pudieran razonadamente demostrarlo con la información, conocimientos y experiencia que tuvieran disponibles. Si se trata de un hecho presente o pasado del que se desconoce con certeza su ocurrencia, la predicción seguirá la misma pauta, si bien no podremos alcanzar algo más allá de una opinión dada la naturaleza inductiva del razonamiento.

En la medición de la incertidumbre predictiva, el concepto de exactitud sólo tiene estricto sentido hacia el futuro, cuando pueda constatarse empíricamente la ocurrencia del hecho predicho en el momento en el que suceda y tras compararse lo predicho con lo ocurrido. Si se constata que esa predicción no ha sido exacta o no se ha cumplido, puede hablarse propiamente de que ha sido inexacta o errónea. El tipo de certeza que se alcanza en estos casos es metafísica, la propia del razonamiento deductivo o de la evidencia que proporciona el conocimiento sensible.

La incertidumbre en el presente o hacia el pasado no permite ese tipo de constatación y se ha de utilizar el razonamiento inductivo. No puede hablarse propiamente de exactitud puesto que no es posible una constatación empírica como la anteriormente descrita, pero cabe análogamente hablar de ella si con el razonamiento inductivo somos capaces de alcanzar una certeza física. Puede hablarse propiamente, sin embargo, de precisión, porque ésta tiene que ver con la objetividad alcanzable mediante la repetitividad del proceso de medida.

Conforme a lo explicado en el anterior apartado, respecto a hechos presentes o pasados inciertos, se puede hablar de predicciones más o menos exactas, siempre que el término “exacto” se entienda como certeza física, y de predicciones precisas en la medida en que tengan la cualidad de la repetitividad.

Que un enunciado sea verdadero o falso sólo es posible si se compara con la realidad. Si esto se tiene claro, se entiende bien que carece de sentido pensar que una predicción – incierta por naturaleza - pueda ser verdadera o falsa, porque el enunciado predictivo sólo se formula sobre hechos desconocidos con respecto a su efectiva ocurrencia.

Bruno de Finetti piensa que un enunciado sobre una evaluación de probabilidad sobre la ocurrencia de un hecho es meramente la expresión de un estado mental. Las probabilidades, en sí mismas, no son entes reales extramentales, pero esas evaluaciones no son arbitrarias porque se ajustan a las leyes de la lógica, y estas leyes aseguran la coherencia del pensamiento. Sin embargo, el subjetivismo de Bruno de Finetti es radicalmente inmanentista porque, para él, no existe más realidad que el pensamiento de cada ser humano en el momento en que lo ejercita.

Los hechos son o no son, no son ciertos o probables. La certeza o la incertidumbre son estados de la mente. Una opinión es un juicio con incertidumbre. Como juicio es una operación mental y tiene estructura de sujeto y predicado unidos por el verbo ser. No puede decirse con sentido el enunciado: *“que un hecho sea o no prácticamente cierto, es una opinión”*. Los hechos no pueden ser ciertos o prácticamente ciertos sino los enunciados sobre los hechos. La opinión es un tipo de enunciado.

Cuando emitimos un juicio, la emisión de ese juicio es, en cuanto tal, un hecho. Se trata de la operación de la inteligencia que denominamos juicio. Pero el hecho sobre el que versa el juicio – si así fuere – es un hecho diferente al hecho de emitir el juicio. Llamamos opinión al juicio que conlleva incertidumbre sobre la veracidad del enunciado sobre el hecho al que se refiere.

La certeza, incertidumbre y duda son estados de la mente tras el asentimiento a un juicio. La opinión, conjetura, hipótesis, o la afirmación o negación categóricas de un hecho, por ejemplo, son formas diferentes de enunciar los juicios. Los juicios se enuncian – tienen forma gramatical - y, al mismo tiempo, desde el punto de vista psicológico, son actos de la inteligencia.

La probabilidad sobre la ocurrencia de un suceso es un juicio, un enunciado, pero tiene la particularidad de que su medición se centra sobre un determinado estado mental con referencia a la realidad. Si el estado mental es de certeza sobre la ocurrencia o la no ocurrencia de un suceso, el juicio de probabilidad consiguiente se expresará mediante un uno o un cero, respectivamente, conforme a la teoría estándar de la probabilidad. Si el estado mental es de incertidumbre, la expresión del juicio de probabilidad será una opinión y, por tanto, se expresará mediante un valor en el intervalo abierto]0, 1[. Pero ni el estado mental de certeza ni el estado mental de incertidumbre garantizan que el hecho sobre el que versa el juicio de probabilidad sea verdadero o falso. En todo caso, el juicio de probabilidad, en cuanto tal, será un hecho cuando se emita.

Además de la estandarización numérica de los valores de un juicio de probabilidad que permite que podamos entendernos cuando expresamos la fuerza de nuestra convicción sobre la ocurrencia de un suceso o la veracidad de un enunciado sobre hechos, es posible establecer una estandarización canónica - no hay límite en su idealización - del proceso de medición de la probabilidad que nos permita comprender más fácilmente, por analogía, los juicios probabilísticos, como tradicionalmente se ha enseñado a reflexionar sobre ellos en los centros educativos (por ejemplo, mediante ejemplos de urnas con bolas en su interior que se extraen de forma aleatoria), adiestrarnos en una correcta aplicación de las reglas de la lógica gracias a esa idealización, saber encontrar sucesos independientes que, para nosotros, sean equiprobables, conocer y dominar en la práctica el concepto de suceso o experimento aleatorio, o descubrir que la repetitividad de un suceso o experimento – unido al concepto de probabilidad basado en la frecuencia - no es indispensable para definir un estándar canónico del concepto de probabilidad.

6.5.7 Algunas consideraciones sobre el concepto de probabilidad subjetiva en Dennis Lindley (como destacado representante del bayesianismo contemporáneo)

Dennis Lindley, en su obra *Understanding Uncertainty*, realiza una magnífica exposición de cómo el bayesianismo actual entiende el concepto de probabilidad subjetiva de Bruno de Finetti.

La definición de la probabilidad como personal grado de creencia en la ocurrencia de un suceso o en la veracidad del enunciado sobre un hecho, presenta, en el actual bayesianismo, las siguientes características esenciales:

- a) Se prefiere el término “personal” al término “subjetivo” porque se reconoce que este último tiene connotaciones filosóficas en Bruno de Finetti – una radicalidad escéptica muy marcada con respecto al conocimiento de la realidad - que van más allá de lo que estrictamente sus actuales continuadores aceptan: que el juicio de probabilidad es un juicio personal.
- b) El término “creencia” se prefiere a “incertidumbre” porque se entiende más que como mera opinión, como estado de la mente por el que necesariamente se ha de pasar antes de que pueda decirse que se haya conseguido auténtico conocimiento sobre algún aspecto de la realidad, sin más precisiones. Ni siquiera se necesita ejercer el asentimiento – como sucede cuando se formula una opinión – y se admite que pueda considerarse como un mero hábito de opinar de una determinada forma sobre algo sin especial conciencia de su fundamentación real o lógica. De hecho, cuando afirman que toda probabilidad real es una probabilidad condicionada al conocimiento, información y experiencia de quien realiza el juicio de probabilidad, no dejan de considerar todo eso como “creencia”, porque resaltan que no es posible encontrar dos personas que tengan lo que denominan “conocimiento base” para un juicio de probabilidad sobre la ocurrencia de un suceso o veracidad de un enunciado sobre un hecho a él condicionado exactamente idéntico, porque ese conocimiento idéntico – si así fuera - pudiera justificar un concepto de probabilidad fundamentalmente lógico y no personal.
- c) Resaltan la relación entre el sujeto y el mundo exterior en el juicio de probabilidad. Insisten en que no es un mero juicio subjetivo ni tampoco una propiedad del mundo extramental que pueda medirse como, por ejemplo, se mide una distancia, sino que en el juicio de probabilidad intervienen el sujeto y el suceso objeto del juicio, estando ambos mutua y necesariamente relacionados. Esta precisión que subraya una necesaria conexión entre el orden real y orden lógico para un juicio de probabilidad sobre algún aspecto de la realidad resulta tautológica en la teoría del conocimiento del realismo moderado. Desde perspectivas filosóficas imanentistas se comprende que se necesite recalcar esa relación porque esas filosofías no resuelven la interacción de esos dos órdenes en sus gnoseologías.

6.5.8 Conceptos de probabilidad relacionados con la frecuencia y el concepto de probabilidad subjetiva

Se atribuye a Laplace la célebre definición de la probabilidad como casos favorables entre casos posibles, siendo todos ellos equiprobables, es decir, un concepto relacionado con la frecuencia relativa de repetición de un determinado suceso en un marco más general. También recibe el nombre de probabilidad el límite en el que converge una serie de Bernoulli.

Los que defienden el concepto de probabilidad subjetiva pueden relacionar ese concepto con los de la probabilidad basada en la frecuencia. En el siguiente apartado se enumeran las condiciones estrictas - que requieren el uso de la lógica técnica - para lograrlo y no está de más advertir que está muy difundido el error de creer que las probabilidades y las frecuencias relativas son conceptos equivalentes. No obstante, lo que aquí interesa es subrayar que los bayesianos reservan el término probabilidad para su modo de entenderla y emplean otros términos cuando netamente se percibe que no expresan una creencia.

Por ejemplo, a los parámetros de una serie de Bernoulli, que expresan una frecuencia relativa y, por tanto, una interpretación clásica de la probabilidad, los llaman “chance”, porque no tiene sentido entenderlos como personales grados de convicción.

También existen otras denominaciones sobre probabilidades condicionales que tienen características especiales y que, en este caso no sólo los bayesianos sino otras escuelas estadísticas,

emplean el término “likelihood” (traducido en español por verosimilitud). Se trata de la probabilidad de ocurrencia de un suceso singular en distintas circunstancias.

6.5.9 Algunas consideraciones ontológicas y lógicas sobre el concepto de frecuencia y su uso para hallar probabilidades de sucesos

Una frecuencia es un número¹⁰⁹. Los filósofos de la naturaleza distinguen entre *números numerados* – números concretos (de cosas), es decir, cuando se predica el número de entes reales – y *números numerantes* – el número abstracto, es decir, cuando se aplica el número a realidades muy distintas entre sí por poseer la misma cantidad discreta -. El número abstracto es un ente de razón que sirve para medir las cosas y que sólo existe en el pensamiento humano¹¹⁰. Su fundamento metafísico es la propiedad trascendental del ente que se denomina unidad. Esta propiedad trascendental surge como consecuencia del principio de identidad, uno de los primeros principios del pensamiento que se deriva del principio de no contradicción. La enumeración de los entes es una propiedad lógica. La mente puede realizarla gracias al accidente cantidad que individúa a la materia prima que, por sí misma, es pura indeterminación.

Los números permiten expresar el número de veces que ocurre un suceso: la frecuencia expresa esa misma idea, puesto que se refiere a sucesos idénticos que se repiten y trata de cuantificar esa repetitividad mediante un número. Además de la frecuencia absoluta – que es la que acaba de describirse -, existe la frecuencia relativa, mediante la cual tratamos de expresar la repetitividad de un suceso particular con respecto a otro más general.

El concepto “sucesos idénticos” no puede entenderse – tal y como ha sido utilizado en el anterior párrafo - desde el principio de identidad, puesto que, si así fuera, sería, por sí mismo, contradictorio: si algo es idéntico a sí mismo es uno, no varios. Por tanto, se trata de un concepto formulado con sentido analógico, es decir, entre esos sucesos que consideramos idénticos, impropriamente denominados como tales, en los que hay algo común y algo que los distingue. La repetición de sucesos objeto de estudio para permitir la inferencia estadística requiere un riguroso proceso de objetivación que es esencial al método científico experimental. Lo común ha de ser suficientemente representativo como para considerar que lo que el científico asume como cierto – la repetición de “sucesos idénticos” - sirve como base racional para realizar la inferencia, cuya conclusión no pasará de ser una opinión.

Las frecuencias absolutas y relativas han sido utilizadas para expresar la probabilidad de ocurrencia de un suceso. Si se conocen las frecuencias aludidas, cabe apoyarse en ellas para realizar las predicciones: hacia un pasado o un futuro desconocidos o un presente del que se carece de la necesaria información. El fundamento de esa apoyatura, en sucesos reales extramentales, se basa en el reconocimiento de la existencia de un orden natural en el ámbito de la realidad a la que se aplican, es decir, el reconocimiento del principio de causalidad: ese orden implica un determinismo natural.

Quienes niegan el determinismo natural de forma radical porque piensan que es una pura creación de la mente, bien por una disposición natural de la mente a priori (como piensa Kant), bien por asociación de ideas (como piensa Descartes), bien por otras razones meramente convencionales, sólo pueden explicar la idea de utilizar frecuencias de sucesos repetidos para realizar predicciones mediante, precisamente, este tipo de argumentos. Y cuando alguien intenta utilizarlas para realizar predicciones las califican de creencias metafísicas, queriendo decir con ello que carecen de sentido

¹⁰⁹ El número es la medida de la cantidad discreta. Por abstracción, podemos separar la cantidad discreta de las cualidades de las cosas contadas. De esta forma, podemos hablar de un número determinado de cosas concretas o *número numerado* – una cantidad de cosas realmente separadas – y, además, podemos aplicar a realidades muy distintas entre sí un mismo *número numerante* cuando todas ellas posean la misma cantidad discreta.

¹¹⁰ Cfr. Sto. Tomás de Aquino, In Phys., IV, 23 (628 y 629).

o de fundamento extramental. Para el realismo moderado, desvincular la metafísica de la realidad no tiene sentido: es su objeto de estudio, su razón de ser, y estudia la realidad en el sentido más profundo que el intelecto humano puede alcanzar: desde los primeros principios del conocimiento y su última causa.

Las frecuencias son entes de razón, sólo existen en la mente. La mente es capaz de concebir el concepto de frecuencia mediante abstracción. Se trata de la abstracción propia de las matemáticas, que se fundamenta en el accidente cantidad y/o en el accidente *quando*¹¹¹. Afirmar que existen frecuencias absolutas o relativas reales, extramentales, no tiene sentido para el realismo moderado¹¹², ni para Bruno de Finetti, aunque por otras razones.

Afirmar que la probabilidad de un nuevo suceso, una vez repetido a largo plazo, puede aproximarse a la idea de frecuencia en el límite, pensando que el límite y la frecuencia expresan realidades extramentales, es una confusión del orden lógico y el orden real. Sólo son reales las realidades singulares: cada uno de los sucesos repetidos. La mente tiene capacidad de trascender lo singular y concebir el universal. Puede hallar el concepto de frecuencia y el de límite a partir de las realidades singulares por inducción. Y puede aplicar esos conceptos en el estudio racional de la realidad utilizando las reglas de la lógica.

Cuando un realista afirma que la probabilidad de un suceso para la que se ha utilizado información frecuentista es una determinada cantidad, expresa que predice la ocurrencia de un suceso utilizando las reglas de la lógica inductiva y deductiva necesarias al caso. El realista no dice que la frecuencia y la probabilidad sean una misma realidad, entre otras cosas porque ambos conceptos sólo existen en la mente y son esencialmente diferentes.

Las reglas de la lógica determinan cuándo y cómo los valores frecuenciales se pueden utilizar para realizar una predicción. En el uso de esas reglas puede utilizarse información, conocimiento y experiencia que justifiquen que los resultados obtenidos para expresar la probabilidad no sean coincidentes entre personas diferentes. En ese sentido, las probabilidades sobre sucesos reales son condicionales, es decir, personales, subjetivas, pero esa subjetividad no tiene por qué ser interpretada como filosóficamente inmanentista, aunque el concepto de probabilidad y la inferencia estadística utilizada tengan originariamente esa inspiración¹¹³. Los juicios de probabilidad, si no se realizan con fundamento en la realidad, no tendrían valor epistémico alguno: no basta la coherencia del razonamiento para enunciarlos con finalidad práctica.

La relación entre frecuencias conocidas y las predicciones basadas en ellas exige un minucioso análisis lógico. Cuando por ejemplo quiere utilizarse la frecuencia como valor probabilístico predictivo para un suceso futuro, se necesita que se cumplan tres condiciones: que la serie sea

¹¹¹ De acuerdo con (Artigas et al., 1993, página 282) se trata de una propiedad que se predica de los seres corpóreos, tanto de su ser como de su obrar, con referencia al pasado, al presente y al futuro.

¹¹² Observar *de visu* un suceso repetido en el tiempo es real. Expresar, mediante una abstracción, la frecuencia de ese suceso repetido en el tiempo, exige operaciones mentales de diversa índole cuyos objetos tienen relaciones de razón entre sí: necesitamos determinar la unidad de medida temporal, realizar mediciones entre repeticiones (que implica realizar una comparación con la unidad de medida temporal), comparar las mediciones temporales entre repeticiones entre sí, etc. Se ha utilizado el nexa "y/o" en el texto porque el paso del tiempo cabe percibirlo internamente.

¹¹³ Taroni afirma que cabe hablar de "objetividad" cuando se asigna una probabilidad alrededor del valor de una proporción empírica (una frecuencia relativa) cuando varias personas, cuyas probabilidades a priori fueran diferentes, convergieran hacia las mismas probabilidades a posteriori, si conocieran los mismos datos y compartieran las mismas verosimilitudes. Cabe hablar de "objetividad" en ese caso de acuerdo con el teorema de Finetti que se denomina de representatividad. Ese teorema dice que la convergencia de las probabilidades personales sobre un suceso hacia los valores de las proporciones observadas, a medida que el número de observaciones crece, es una consecuencia lógica del Teorema de Bayes si se cumple la condición de intercambiabilidad para nuestros grados de creencia previos a las observaciones (Taroni et al., 2018, páginas 8-9). Además del teorema mencionado, otros teoremas denominados de convergencia han generalizado el inicial de intercambiabilidad de Bruno de Finetti (Dawid, 1982, 1985; Diaconis y Freedman, 1984; Lauritzen, 1988a).

intercambiable, que sea suficientemente larga, y que el suceso que se predice sea intercambiable con la serie precedente. Estas condiciones son puramente de naturaleza lógica y Bruno de Finetti supo destacarlas con brillantez. Lo que en este apartado quiere resaltarse es que la idea de frecuencia como información a tener en cuenta para predicciones sobre sucesos tiene un fundamento real y ese fundamento tiene que ver con el principio de causalidad.

6.6 Conclusión

La teoría de conocimiento de Hume no tiene por qué asumirse como ineludible – ni siquiera sus fundamentos - para describir el avance que, en lógica inductiva, ha representado la contribución de la regla de Jeffrey en un razonamiento inductivo bajo incertidumbre. El avance experimentado se circunscribe, exclusivamente, en el marco de la ciencia que llamamos lógica. Es más, el realce que a esa teoría le da el empleo de sus categorías gnoseológicas en la moderna ciencia estadística forense no puede sino suscitar rechazo entre quienes defiendan posiciones filosóficas no empiristas, es decir, entre quienes rechacen el nominalismo en la teoría del conocimiento.

En este capítulo se subraya que, bajo la perspectiva de una epistemología propia del realismo moderado, la naturaleza subjetiva de la certeza y la incertidumbre en la mente hace tautológica la necesidad de subrayar que la naturaleza del concepto de probabilidad exija denominarla como subjetiva. El avance experimentado en lógica inductiva por la inferencia bayesiana aplicada en la ciencia forense es perfectamente compatible con las categorías gnoseológicas del realismo moderado.

Selección de párrafos de un artículo filosófico de Bruno de Finetti sobre el concepto de probabilidad y estudio crítico-filosófico¹¹⁴

Sección 1

“La verdad no se encuentra ya, en adelante, en una ecuación imaginaria del espíritu con lo que está fuera de él, y que, al estar fuera de él, no podría posiblemente ni tocarla ni aprehenderla; la verdad se encuentra en el mismo acto del pensamiento pensando. Lo absoluto no está fuera de nuestro pensamiento, que ha de ser buscado en un reino de oscuridad y misterio; es nuestro propio conocimiento. El pensamiento no es un espejo en el que se refleja fielmente una realidad externa a nosotros; es, sencillamente, una función biológica, un medio para orientarse en la vida, para preservarla y enriquecerla, para posibilitar y facilitar la acción, para tener en cuenta la realidad y dominarla.”

Para aquellos que compartan este punto de vista, que es también el mío, pero que no podría haber sintetizado mejor que mediante estas incisivas frases de Tilgher, ¿qué valor puede tener la ciencia? ¿En qué espíritu podemos aproximarnos a ello? (A. Tilgher: 1923, Relativisti contemporanei, IV ed., páginas 49, 46, 23-24).

Ciertamente, no podemos aceptar el determinismo; no podemos aceptar la “existencia”, en ese famoso reino de oscuridad y de misterio, de “leyes” inmutables y necesarias que gobiernan el universo, y no podemos aceptarlas como verdaderas simplemente porque, a la luz de nuestra lógica, carecen de significado. Naturalmente, entonces, la ciencia, entendida como descubridora de verdades absolutas, permanece inactiva por falta de verdades absolutas. Pero esto no conduce a la destrucción de la ciencia; sólo conduce a una diferente concepción de la ciencia. Ni conduce a una “devaluación de la ciencia”: no hay unidades de medida comunes para tales concepciones disparatadas. Una vez que el ídolo de mármol frío ha caído en pedazos, el ídolo de la ciencia perfecta, eterna y universal, que sólo podemos mantenerla intentando conocer mejor, vemos en su lugar, a nuestro lado, una criatura viva, la ciencia que nuestro pensamiento realmente crea¹¹⁵.”

Bruno de Finetti critica, en este artículo, el concepto de probabilidad clásico interpretado como dotado de existencia real. El concepto laplaciano de probabilidad - casos favorables frente a casos posibles - o el frecuentista vinculado al concepto matemático de límite, en opinión de Bruno de Finetti, han sido interpretados como cálculos que conducen a la obtención de un valor “objetivo” de probabilidad en un caso concreto porque se considera real, es decir, perteneciente a un mundo exterior al conocimiento humano y accesible a él.

Para Bruno de Finetti, esa asunción de “objetividad” entraña abrazar el determinismo, que interpreta como una cosmovisión consistente en sostener que el universo es una máquina perfecta y que sólo por la finitud de la capacidad racional humana se explica que el ser humano no pueda desentrañar todos sus misterios. Pero Bruno de Finetti afirma que esa cosmovisión no la comparte por considerarla incompatible con su lógica.

Por otra parte, Bruno de Finetti, al sostener el pensamiento de Tilgher niega el concepto de verdad ontológica. La verdad es un producto de la razón, decantándose por un subjetivismo epistemológico que no es más que una forma de inmanentismo.

“Así, ninguna ciencia nos permitirá decir: este hecho sucederá, será de este modo y manera porque es consecuencia de una determinada ley, y esa ley es una verdad absoluta. Aun menos nos conducirá a concluir, con escepticismo: la verdad absoluta no existe y, por tanto, este hecho quizá ocurra o no, puede ser así o de otra manera totalmente diferente, no sé nada sobre ello.

¹¹⁴ Autor: José Juan Lucena Molina. Artículo: Probabilism, A Critical Essay on the Theory and on the Value of Science, Bruno de Finetti, Erkenntnis 31, 1989.

¹¹⁵ Ibid. página 169.

Lo que podemos decir es esto: predigo que ese hecho sucederá, y que ocurrirá de esta manera, porque la experiencia pasada y su elaboración científica mediante el pensamiento humano me hace parecer razonable esta predicción.

Aquí, la diferencia esencial estriba dónde se aplica el porqué: yo no busco por qué EL HECHO que predigo sucederá, sino por qué predigo que el hecho sucederá. Ya no son los hechos los que necesitan causas; es nuestro pensamiento el que encuentra conveniente imaginar relaciones causales para explicar, conectar y predecir hechos. Sólo de este modo puede la ciencia legitimarse a sí misma frente a la obvia objeción de que nuestro espíritu sólo puede pensar sus pensamientos, puede sólo concebir sus concepciones, puede sólo razonar sus razonamientos, y no puede abarcar nada fuera de sí mismo.”¹¹⁶

Bruno de Finetti desvela en estos párrafos en qué consiste su lógica aplicada a la ciencia. Para Bruno de Finetti, la ciencia ha de abandonar la búsqueda de las causas de los hechos que investiga y debe centrarse, exclusivamente, en la lógica de sus argumentos.

Para Bruno de Finetti, el principio de causalidad está enraizado en el determinismo. Considerando obvio el inmanentismo, resalta, no obstante, el valor práctico de preguntarse por la existencia imaginaria de causas en los hechos investigados por su poder explicativo y predictivo.

Sección 2

“¿Cuál es la importancia de un giro tan radical? Debemos ser precisos. Muchos estarían tentados en concluir, precipitadamente, de que este punto de vista impide, lógicamente, la posibilidad misma de la ciencia, y por el contrario, también muchos otros, con la misma precipitación, concluyen que todo se reduce a una sutil distinción filosófica interesante para la crítica de la ciencia, pero de ninguna importancia para su desarrollo.

Podemos reafirmar lo primero bastante categóricamente: nuestra nueva concepción quizá agrande, pero nunca podrá restringir, el rumbo práctico de la ciencia. Todas las consecuencias prácticas de lo que, hasta una cierta etapa de nuestro conocimiento, el mundo antiguo consideraría como “leyes naturales” son obviamente, y a fortiori, sucesos cuya ocurrencia esperamos con certeza práctica. Todas esas “leyes naturales” guardan, entonces, su valor como leyes del pensamiento para la predicción de fenómenos naturales.

De este modo mantienen el mismo valor práctico para nosotros que tendrían si, inconscientes de pronunciar una frase sin sentido, fuéramos a decir que “son verdaderas”¹¹⁷.

Bruno de Finetti entiende que los deterministas defienden que la verdad es la certeza. Si se excluye de la ciencia la posibilidad de alcanzar la certeza, se pregunta si, de ese modo, no se está impidiendo que la ciencia pueda desarrollarse. Su respuesta es que esa forma de pensar no tiene sentido por sí misma, sólo tiene valor práctico. Las antiguas leyes naturales pueden considerarse leyes del pensamiento y, de ese modo, adquieren ese valor.

“Alguien podría decir que mi punto de vista es análogo al positivista Mach, donde por “hecho positivo” cada uno de nosotros quiere significar únicamente sus propias impresiones subjetivas. Podemos decir que una proposición es “verdadera” si quien la afirma intenta sostener que la impresión que él quiere expresar a través de la proposición es realmente una impresión suya. Pensar que tiene un valor y un significado propios, antes de que él le dé el valor y significado que expresa su impresión, es una antinomia lógica, como cuando se dice: “el número entero más pequeño no definible en menos de 1000 palabras”, pues diciéndolo así (en inglés), se define en 10 palabras, y las

¹¹⁶ Ibid. página 170.

¹¹⁷ Ibid. páginas 170-171.

otras bien conocidas antinomias análogas (de Burali-Forti, Russell, Richard, etc. Cf. D. Hilbert and Ackermann: 1928, *Grund-züge der theoretischen Logik*, Berlin, páginas 92ff. Un informe en forma elemental: F. Severi: 1928, 'Moderni indirizzi nelle matematiche', *Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze*, página 112)."

*"Todos los objetos, hombres y cosas de las que hablo son, en última instancia, sólo el contenido de mi actual acto de pensamiento: la misma frase que dice que existen fuera e independientemente de mí es un acto de mi pensamiento: YO SÓLO PUEDO PENSARLOS COMO INDEPENDIENTES A MÍ PENSANDO EN ELLOS, I.E., HACIÉNDOLES DEPENDIENTES DE MÍ (A. Tilgher, op. cit., páginas 73-74)". Pero sería un error creer que esta clarificación del valor subjetivo y relativo del concepto de "verdad" es todo lo que importa. El valor práctico de la nueva concepción es inmenso."*¹¹⁸

Las palabras en mayúscula de Tilgher reflejan, con claridad meridiana, el concepto de verdad al que conduce el inmanentismo como producto exclusivo de la razón. Pero no sólo eso, en este caso, además, se subraya la dependencia personal de ese producto que no sólo lo subjetiviza sino que lo relativiza.

*"Matemáticas, lógica y geometría son ahora inmunes a la pseudo-hipótesis (por así decir) de la existencia del mundo, la existencia de una realidad externa, la existencia de una realidad metafísica. No puedo dudar de que si todo nuestro pensamiento se liberase, por sí mismo, de esta embarazosa y misteriosa pseudo-hipótesis, tendría todo ganado – en claridad, profundidad y rigor – en cada disciplina, no menos que en las ciencias formales, en las que, por su propia naturaleza, el peligro de una desviación metafísica es menor."*¹¹⁹

No puede quedar mejor expresada la opción antimetafísica subyacente en la crítica que Bruno de Finetti realiza sobre el determinismo, origen para él de la extendida forma de considerar las probabilidades como realidades.

Sección 3

"En el mundo del racionalismo, la ciencia tenía la lógica como su fundamento; ejerciendo un arrollador ataque sobre el racionalismo, el pensamiento relativista no puede escapar – pienso – de las alternativas de un duro dilema: o destroza la ciencia, o niega a la lógica la pretensión de configurar la ciencia. Con anticipación ya he mencionado mi punto de vista sobre el tema: no consiste en renunciar a la ciencia, sino en adoptar una lógica viva, elástica y psicológica como instrumento fundamental del pensamiento científico, en lugar de la lógica ordinaria, categórica, rígida y fría.

*El instrumento lógico que necesitamos es la teoría subjetiva de la probabilidad, y de eso es de lo que me gustaría hablar. Sustancialmente, no es sino la interpretación puramente subjetivista de la teoría clásica de la probabilidad, y lo que diré puede considerarse de este modo y ser de interés bajo dos diferentes aspectos: como un ejemplo de la aplicación de la mentalidad relativista a una cada vez más importante rama de la moderna matemática como es el cálculo de la probabilidad, y una parte esencial de la nueva visión de la ciencia a la que queremos dar una forma irracional y, como diremos, probabilista."*¹²⁰

¹¹⁸ Ibid. página 171.

¹¹⁹ Ibid. páginas 171-172.

¹²⁰ "El término "probabilismo" se utiliza generalmente para indicar un importante aspecto de la filosofía de la Nueva Academia, que tiene algunos puntos de contacto con los puntos de vista que aquí se defienden. Por ejemplo, E. Morselli dice (*Principi di Logica*, página 150): "Los filósofos de la Nueva Academia, sobre todo Arcesilaus y Carneades, agudos observadores de la vida, mantienen que no hay dominio del conocimiento en el que podamos alcanzar la verdad, y, consecuentemente, una certeza absoluta, sino que, en cada caso, debemos contentarnos con una simple probabilidad." ...//... (Ibid. página 220, fn. 6).

Sobre el mencionado concepto de “pensamiento relativista” figura escrita la siguiente nota al pie¹²¹ que lo clarifica:

“Sobre Aliotta, pienso que es necesario aportar el siguiente pasaje para evitar que pueda ser fácilmente malinterpretado.

“Es necesario distinguir entre relativismos. Una de sus formas (la comúnmente referida cuando se acusa al relativismo [de escepticismo], relega nuestro conocimiento al reino de la relatividad, oponiéndose a ella una realidad absoluta que eludirá siempre el conocimiento. En esta forma, el relativismo tiene un sabor escéptico y agnóstico, y a menudo va de la mano del misticismo. En la luz cegadora de lo absoluto, nuestro mundo relativo se devalúa, degenerando en una sombra aparentemente vana. Somos el sueño, lo absoluto es la realidad. Y la vida se traduce en el seguimiento doloroso de esas sombras, intentando en vano encontrar la luz.

Pero hay otra forma de relativismo (y esta es la mía), en la que lo relativo es la realidad y no deja nada fuera de ella. Lo que sabemos no es la sombra sino la luz, no una copia sino el original concreto y verdadero” (Relativismo e idealismo, Nápoles, 1922, página 22).

Esta es exactamente mi opinión, y deseo recalcar, para ser más riguroso, que la frase “lo que es relativo no deja nada fuera de ello” no debe entenderse como si la frase “existe algo fuera de lo relativo” fuera FALSA, sino que no tiene sentido, de tal forma que resulta imposible incluso plantear la cuestión sobre su veracidad o falsedad. Esta es, después de todo, la interpretación que se conforma con el pensamiento de Aliotta, como aparece, claramente, más tarde en el texto, en el que “el ser en sí mismo y fuera de cualquier relación con las cosas” se ve como “una de las muchas sentencias verbales a las que no les corresponde idea alguna, y que han llegado a ser verdadera y propiamente rompecabezas de la filosofía” (ibid.)

Si no se acepta el concepto de verdad basado en la existencia se acaba identificando el pensamiento con la realidad. El concepto clásico de verdad definido como correspondencia entre el entendimiento y la realidad pierde su sentido si ésta se identifica con el pensamiento. Sin duda, el razonamiento de Bruno de Finetti respeta las reglas de la lógica - que él califica de ‘duras’ - a partir de sus premisas, pero su conclusión no puede calificarse como verdadera, en el sentido clásico, al no serlo sus premisas.

Sección 4

“Gracias a la generalización, cada hecho observado nos capacita para predecir muchos otros; pero no debemos olvidar que sólo el primero es cierto y que todos los demás son sólo probables. No importa cuán firme pueda parecer una predicción, nunca estaremos absolutamente seguros de que la experiencia no pueda refutarla cuando intentemos verificarla. Pero la probabilidad es a menudo tan alta, en la práctica, que podemos quedarnos satisfechos con eso. Es mejor predecir sin certeza que no predecir nada en absoluto.

“Así, en muchas ocasiones, el físico se encuentra en la misma situación que un jugador que sopesa sus bazas. Siempre que razone mediante la inducción, hace más o menos un uso consciente del cálculo de las probabilidades.”

Eso dice Poincaré (H. Poincaré: 1906, La science et l’Hypothèse, Paris, páginas 171, 214), mostrando que ha comprendido claramente que sólo un hecho acaecido es cierto, que la ciencia no puede limitarse a teorizar sobre hechos acaecidos sino que debe predecir, que la ciencia no es incuestionable, y que lo que la hace avanzar no es la lógica sino el cálculo de probabilidades.

¹²¹ Ibid. página 220, fn. 5.

“Sobre esta premisa, toda la ciencia consistiría únicamente en aplicaciones inconscientes del cálculo de probabilidades; condenar este cálculo conllevaría condenar a la ciencia en su totalidad (Op. cit. página 217).”

Todo eso está muy bien, y no necesitaría cambiar una sola sílaba para expresar mi propia opinión con las palabras de Poincaré, hasta la fecha. Pero debemos ir más allá; ¿por qué se para? Porque su punto de vista, quizá como el de cualquier punto de vista vivo, inteligente y sutil – pensado hasta el final –, conduce al relativismo y al subjetivismo absoluto. Aterrorizados ante una conclusión semejante, muchos se paran a mitad de camino. Poincaré es uno de estos. No puede decirse que no haya comprendido el valor subjetivo de la probabilidad, “ese instinto oscuro”, como él dice en cierto lugar, que “no podemos ignorar”. Pero no parece contento en considerarlo tal como es; parece querer darle un valor objetivo, no sólo encontrar ciertas objeciones que consideraremos más abajo, porque, de otro modo, el subjetivismo inundaría el entero campo de la ciencia a través del cálculo de probabilidades.

Si no tememos esa conclusión – si, de lo contrario, nuestra concepción se fundamenta, esencialmente, sobre ella – seremos capaces de desarrollar el “Probabilismo” sin presupuestos, hasta sus últimas consecuencias: Probabilismo, que aflora y se autodeclara sin aún haber alcanzado toda la conciencia de sí mismo en los pasajes citados del gran pensador francés.”¹²²

Si se defiende un probabilismo filosófico absoluto, es decir, se considera que sólo el conocimiento científico es conocimiento, que todo el conocimiento humano es hipotético y que la ciencia sólo alcanza conocimientos probables, se cae en un contrasentido. Afirmar como absolutamente cierto que no existe más que lo probable es antinómico: lo probable sólo tiene sentido en relación con lo cierto, de modo que si nada fuera cierto, nada sería probable. Puesto que los juicios sobre probabilidad se utilizan para tomar decisiones, y afirmamos que hay juicios probables y otros no, o que unos juicios son más probables que otros, si no fueran ciertos esos juicios sobre probabilidad, no podrían emitirse con sentido. Lo probable se dice con relación a lo cierto, por eso, si no hubiera conocimientos ciertos o evidentes, la posibilidad de la probabilidad no podría ni siquiera plantearse con sentido.

Sección 5

“No se puede admitir que el concepto de probabilidad tenga un valor objetivo. Pero primero clarifiquemos lo que se acaba de afirmar. Habiendo declarado que todo es subjetivo, podría parecer incoherente gastar palabras para demostrar que un concepto particular lo es.

De ahora en adelante utilizaremos las palabras “objetivo” y “subjetivo” en el sentido que tienen en la concepción empírica, que aún tiene un significado bien definido, incluso para nosotros. Un empirista consideraría los hechos como objetivos; consideraría como proposiciones objetivas aquellas que son verdaderas o falsas dependiendo de si el suceso dado ocurre; y también proposiciones cuya veracidad o falsedad se reduce a una pura y simple prueba que se nos impone. Mientras desde un punto de vista formal existe poca diferencia tanto si realmente pienso que tales hechos constituyen una realidad externa como si los considero sólo como sensaciones, una cosa es indiscutible: siempre sé en qué circunstancias debo llamar a una proposición verdadera, y en qué circunstancias falsa. Mi llamarlas verdadera o falsa no implica nada a mi estado mental, no significa juicio alguno, carece de valor conceptual.

Dar el nombre de “realidad empírica” a aquella de nuestras impresiones que dependen, exclusiva e inmediatamente, de nuestras sensaciones es una convención lingüística que podemos adoptar libremente, y de aquí en adelante la consideraremos adoptada. Podemos llamar “objetivas” a las proposiciones relacionadas con la realidad empírica. Y, en la práctica, esta definición tendrá el mismo

¹²² Ibid. páginas 172-173.

valor (o, al menos, la misma extensión) que tendría en la boca de un empirista que creyera en la realidad de esta “realidad”; la diferencia que media es la misma que la existente entre dos hablantes de lengua inglesa, ambos conocedores y usuarios de la palabra “moon” (Luna), pero uno afirma que los alemanes yerran creyendo que ese satélite se llama “Mond”, cuando, en realidad, ¡“es la luna”! Negando cualquier valor objetivo a la probabilidad intento decir que sea como fuere que un individuo evalúe la probabilidad de un suceso particular, ninguna experiencia puede probar que es acertada o equivocada; ni, en general, no habría criterio concebible alguno que pudiera dar sentido objetivo a la distinción que a uno le gustaría realizar, en esto, entre el acierto y el error.”¹²³

Cuando no se admite que se pueda conocer la esencia de las cosas, si se reduce la realidad a pura facticidad contingente – como hace el empirismo –, porque no hay ninguna razón para que sean así o de otro modo, se llega a la conclusión de que el único modo de saber si existen o no es mediante el conocimiento intuitivo en presencia de dicha realidad. Para el empirismo, la intuición (sensible o intelectual) no puede más que informarnos sobre la existencia de algo, pero es incapaz de descubrir qué es esa cosa, porque al ser puramente contingente, carece de esencia o consistencia interna.

¿Qué es conocer para un empirista? “Partiendo del supuesto de que no hay dos realidades iguales (puesto que no existen esencias o naturalezas comunes a varios individuos) conocer es «fabricar» una idea atendiendo a alguna característica o nota que el sujeto considera que es común a varias cosas. De este modo, se agrupa la realidad en «conceptos» que carecen de sentido (los clásicos hablarían de «comprehensión»), pero que, por tener referencia (tienen «extensión»), sirven para identificarlos. (...) Los conceptos ... se reducen a meros nombres comunes que aplicamos a varias cosas cuando «parece» que tienen algo en común.” (Corazón, 2002, páginas 95-96).

Pensar – para un empirista – no es buscar el fundamento o el porqué de las cosas: ciñéndonos a nuestro caso, buscar el porqué de un hecho, sino “fingir” – en el sentido de construir – teorías e hipótesis para uso propio, buscar explicaciones que nos sirvan para dar razones de la realidad. Todas las teorías se consideran hipotéticas porque se asume, como un a priori, que la realidad carece de racionalidad y de sentido. Ninguna podrá explicarla válidamente, si bien es posible que una sea más útil que otra al dar razón, de un modo más exacto y sencillo, de lo que ocurre. El saber científico se constituye en un esquema interpretativo del universo a título de mero método de acción. La búsqueda de causas queda sustituida por la conexión lógica de fenómenos de apariencia; la certeza pasa a fundamentarse en la decisión del científico a utilizar ciertos postulados; y como el mundo no ofrece más que incertidumbre y duda, pura contingencia y probabilidad, la certeza y la necesidad pasan a ser una fe originaria del pensar científico al organizar el mundo de acuerdo con ciertas posiciones a priori (Corazón, 2002, página 96).

Los empiristas convierten a la experiencia, única instancia que puede verificar los postulados de la razón, en el conocimiento supremo de la realidad. El nominalista parte de la intuición y vuelve a ella para comprobar que sus pensamientos explican la realidad en mayor o menor grado. La lógica empirista se considera conformada por un conjunto de leyes que no tienen por qué llevar al conocimiento de la realidad. Distingue entre “conocer” y “pensar”. Sólo se conoce mediante la intuición y el pensamiento consiste en elaborar explicaciones verosímiles con un fin pragmático.

Si Bruno de Finetti afirma que ninguna experiencia puede probar que sea verdadero o falso una asignación de probabilidad a la posible ocurrencia de un hecho es porque sostiene que esa asignación es fruto, exclusivamente, del pensamiento y, por consiguiente, de ninguna otra cosa depende, siendo todas ellas irrelevantes para esa asignación.

¹²³ Ibid. página 174.

Sección 6

“¿Qué queremos decir cuando decimos, en lenguaje ordinario, que un suceso es más o menos probable? Queremos decir que nos sorprendería, más o menos, que no hubiera ocurrido. Queremos decir que tenemos más o menos confianza en que ocurrirá. La probabilidad, en este sentido todavía vago y oscuro, está constituida por un grado de duda, de incertidumbre, de convicción, que nuestro instinto nos hace sentir cuando pensamos un suceso futuro o, en cualquier caso, un suceso cuyo resultado no conocemos.”¹²⁴

Lo que expresa Bruno de Finetti en este párrafo tiene relevancia porque describe el aspecto psicológico en el acto de la inteligencia que denominamos juicio. El grado de convicción que psicológicamente un individuo tiene sobre la ocurrencia de un evento o la veracidad de un enunciado – aunque Bruno de Finetti omite este caso porque atentaría contra los principios inmanentistas que sostiene –, es decir, su incertidumbre asociada, es ni más ni menos lo que fundamenta su personal convicción de que la probabilidad está vinculada con un estado de la mente. En este sentido, no hay nada que objetar para un realista moderado. Por eso, entender la probabilidad subjetivamente, en este sentido, no requiere más que reconocer el hecho de que la probabilidad es una medida de un grado de convicción o de incertidumbre, que es algo exclusivo de la actividad mental.

Sin embargo, Bruno de Finetti extiende su significado de subjetividad más allá de lo descrito. Oponiéndose a que el entendimiento pueda captar lo que las cosas son en realidad, siquiera de forma aproximada debido a su naturaleza finita, adopta una postura filosófica nominalista – con la consiguiente carga subjetiva en teoría del conocimiento – que no es precisa para defender el concepto de probabilidad subjetiva como grado personal de convicción en la ocurrencia de un suceso.

“¿Obedece este instinto alguna ley? ¿Por qué debiera? Este es un capítulo de la crítica lógico-psicológica de los principios de la teoría de la probabilidad que no podemos tratar aquí. Sólo mencionaré que para medir numéricamente la probabilidad y demostrar que se combina de acuerdo con los teoremas clásicos bien conocidos, pueden seguirse, al menos, tres caminos, dos de los cuales se inspiran en métodos ordinarios, y el tercero es completamente original. Personalmente, considero que el último es el único que me satisface.

Sin que importe cómo se demuestren o acepten, esas leyes representan las relaciones que deben mantenerse entre los valores que mi instinto (no mi capricho) es libre, a priori, de fijar para las probabilidades de distintos sucesos, de tal forma que no haya interna contradicción entre ellos.”¹²⁵

Medir el grado de convicción o incertidumbre sobre la ocurrencia de un hecho no presenciado, sea pasado o futuro, exige una operación de la mente que denominamos raciocinio. Y la ciencia que denominamos técnica-lógica es el arte del buen pensar, del buen ejercicio del raciocinio. Por tanto, esa ciencia es la que debe guiar a la razón a formular sus juicios en materia de asignaciones de probabilidad a la ocurrencia de hechos.

Podemos diferenciar una lógica filosófica de una lógica técnica. La primera se ocupa de los principios que fundamentan el saber lógico y la segunda de su ejercicio. La lógica no se basta a sí misma porque necesita fundamentarse en la teoría del conocimiento que, a su vez, se fundamenta en la metafísica. Cuando el pensamiento y la realidad se identifican, nace una lógica radicalmente relativista y subjetivista, porque lo es su gnoseología.

La exigencia de no contradicción entre las asignaciones de probabilidad que demos a los sucesos inciertos, asegurada por la correcta aplicación de leyes lógicas, y las asignaciones preliminares que

¹²⁴ Ibid. páginas 174-175.

¹²⁵ Ibid. página 175.

demos a esos sucesos fundamentadas en la información, experiencia y conocimiento que tengamos sobre ellos, son condiciones de posibilidad de un correcto ejercicio de raciocinio.

“Cada juicio de probabilidades de diferentes sucesos posibles depende de las relaciones lógicas que los interconecten, pero varía infinitamente con las variaciones de los puntos de vista que el instinto pueda determinar. De igual modo, la mirada de un objeto está constreñida por el hecho de que tiene una figura propia, pero variante de acuerdo con el punto de vista, y cada punto de vista es, a priori, equivalente a cualquier otro.”¹²⁶

Bruno de Finetti subraya que no puede llamarse erróneo al juicio de probabilidad que se realiza por una persona desde su particular punto de vista. Una vez más, con ejemplos muy variados, sostiene que no tiene sentido calificar de erróneo a lo que sólo depende de la lógica. Lo que hay que respetar son las leyes de la lógica y las asignaciones de probabilidad realizadas a priori desde la información, experiencia y conocimientos a priori de los individuos.

Efectivamente, la asignación de probabilidad a un suceso ha de obedecer las leyes aplicables de la lógica, pero la ocurrencia o no del mismo es un hecho fáctico que no depende del entendimiento. Bruno de Finetti quiere subrayar que esa asignación probabilística es fruto exclusivo del ejercicio de la razón o de una intuición y no una realidad extramental que se busca conocer. Lo que Bruno de Finetti no admite es que la probabilidad sea un ente real, utilizando terminología clásica. Y, en eso, coincide con lo que puede afirmar un realista moderado de acuerdo a su metafísica y a su lógica.

Sección 7

“Pero – uno quizá objete – ¿no es la probabilidad, por definición, la relación entre casos favorables y casos posibles? ¿Qué hay de subjetivo en eso?

Es bien conocido que los casos deben ser equiprobables, y suponiendo que sé lo que significa decir que dos casos sean equiprobables, ya he sorteado la dificultad conceptual en la definición de probabilidad.” ...///...

“Lo que es interesante y también necesario analizar en la definición clásica de probabilidad son las razones, a primera vista bastante convincentes, de por qué la identificación de “casos equiprobables” y, consiguientemente, probabilidad, ha de tener, al menos en ciertos contextos, un valor objetivo.” ...///...

“Se dirá: resulta absurdo atribuir diferentes probabilidades a casos iguales. Pero, ¿en qué sentido son esos casos iguales? No es, ciertamente, la identidad lógica la que está en cuestión, la única cosa que permitiría la deducción a priori: “Si A y B son casos idénticos, la probabilidad de A es la misma que B”.¹²⁷ ...///...

“Casos “iguales” son, entonces, únicamente casos que difieren en que, o bien son desconocidos, o no están relacionados causalmente en sus ocurrencias.”¹²⁸

Sección 8

Por tanto, parece que el concepto de probabilidad es relativo: el hecho de que dos casos parezcan equiprobables depende de circunstancias, conocidas y desconocidas. ...///...

¹²⁶ Ibid. página 176.

¹²⁷ “Con las cosas que son idénticas, deben ser tales que lo que se predique de una debe predicarse también de la otra.” St. Tomás de Aquino, Suma Teológica, Parte 1, Cuestión XL, Art. 1, 3 (Ibid. página 221, fn. 15).

¹²⁸ Ibid. páginas 176-177.

*“La probabilidad no descansa en que el hecho esté indeterminado (en el sentido más o menos filosófico del término) sino sólo en nuestra incapacidad de predecir lo que posiblemente ocurra, o de conocer lo que posiblemente haya ocurrido. (E. Borel, *Traité de calcul des probabilités*, 1930, Vol. II, Fasc. I, *Applications a l’arithmetique, etc.*, Chap. 1.)”*

Esto es lo que da a la probabilidad su carácter esencialmente relativo, destruyendo el mito de una probabilidad verdadera, existente en el “reino de la oscuridad y del misterio” de una realidad ultrasensible, derrocando una especial de semideterminismo que considera dos casos equiprobables como dos casos en los que la naturaleza es libre para elegir, y no existiendo propiedad alguna que haga un caso preferible al otro, pone a la naturaleza en la terrible y embarazosa situación del asno de Buridán.

Parece imposible, pero esto es lo que algunos piensan: la probabilidad depende del hecho de que el suceso no esté aún decidido.”¹²⁹

Definido el concepto de probabilidad como relación entre casos favorables entre casos posibles (definición de Laplace), se pregunta Bruno de Finetti qué hay de subjetivo en esa frase. Se centra en el concepto de “casos equiprobables”, considerado por muchos como algo “objetivo”.

Bruno de Finetti resalta que cuando aplicamos el concepto de “casos equiprobables” a problemas reales lo hacemos desde una perspectiva meramente subjetiva. En ese contexto, no tiene sentido hablar de asignaciones erróneas o certeras – como si esas asignaciones de probabilidad trataran de averiguar unas probabilidades existentes en la realidad, fuera de nuestras mentes - sino que expresamos nuestro personal grado de confianza en esas asignaciones. Por tanto, en ese sentido meramente subjetivo, si otra persona defendiera unas asignaciones de probabilidad diferentes a las nuestras de acuerdo con su particular modo de ver el mismo problema, sería absurdo preguntarse cuál de las dos propuestas es más cercana a la realidad, cuál de las dos está más próxima a la verdad, porque esas supuestas probabilidades reales, extramentales, así imaginadas, sencillamente no existen, sólo existen en la mente.

Bruno de Finetti define qué son “casos iguales” precisando que se trata o bien de casos de los que desconocemos sus diferencias, o bien de casos en los que no percibimos una relación causa-efecto. Con otras palabras, lo que nos hace percibirlos como “iguales” es nuestra ignorancia o nuestra subjetiva percepción de ausencia de interrelación causal.

Dice que la asignación de probabilidad que podemos hacer sobre un suceso no se fundamenta en su supuesta natural indeterminación. Se fundamenta en nuestra incapacidad de predecirlo o de conocer todas las posibilidades potenciales que pudieran ocurrir.

*““¿Cuál es la probabilidad de que llueva mañana?” pregunta Bertrand (J. Bertrand, *Calcul des probabilités*, Paris, 1889, página 90) – “No existe. No porque cambie de un día para otro con el estado del cielo y la dirección del viento; sino porque en circunstancia alguna tiene un valor objetivo, el mismo para todos lo que lo evalúen sin cometer errores. “Lloverá o no lloverá: uno de esos sucesos será cierto a partir de un determinado momento, y el otro imposible. Las fuerzas físicas de las que depende la lluvia están bien determinadas, y obedecen leyes tan precisas como las que gobiernan los planetas.” Pero, ¿qué es una probabilidad objetiva para Bertrand? Es una probabilidad que tiene “un valor objetivo ¡con independencia de la información conocida y el buen juicio de aquellos que lo usan!” (J. Bertrand, *op. cit.* página 91).*

*Este concepto no tiene sentido intrínsecamente. Si no fuéramos ignorantes, no habría probabilidades; solo habría espacio para la certeza.” (H. Poincaré, *La science et l’hypothèse*, Paris, página 220).*

¹²⁹ Ibid. página 178.

La probabilidad existe, para mí, en función del grado de ignorancia en el que me encuentro en un momento dado; sería absurdo, incluso si no fuera un sinsentido, considerar la probabilidad como una entidad metafísica misteriosa e inalcanzable, existente en abstracto, de lo que la ocurrencia de un suceso de una manera u otra depende.”¹³⁰

La naturaleza esencialmente subjetiva de la certeza y, consecuentemente, de la incertidumbre, es remarcada por Bruno de Finetti con acierto. Su medida, gobernada por el razonamiento cuando se trata de predecir un suceso no presenciado, está sujeta a las reglas de la lógica inductiva. Sin embargo, Bruno de Finetti no parece conocer el concepto de contingencia aplicable a la realidad, es decir, la existencia real de no necesidad en ella: la explicación metafísica aristotélico-tomista del azar.

Ante quienes defienden que el azar es una indeterminación natural realmente existente fuera de nuestra mente en la naturaleza, la filosofía del ser aristotélico-tomista responde con que se trata de un concepto intrínsecamente contradictorio – atenta contra el principio de no contradicción - porque la existencia demanda una perfecta definición de todas las características que la configuran. Lo que no es, es decir, lo que carece de actualidad alguna, es algo que sólo puede tener un ser pensado. La nada puede pensarse y también el azar como indeterminación objetiva, pero ambos conceptos no tienen fundamento en la realidad extramental, en el ser real.

Por otro lado, el azar subjetivo es pura ignorancia, ausencia de conocimiento. Hay que entender bien el concepto de “ausencia de conocimiento” porque cuando no somos capaces de explicar algún aspecto de la realidad no significa que la mente se encuentre en una especie de situación de pensamiento nulo. Lo que se quiere expresar es que nada de lo que sabemos puede explicar la realidad que observamos o estudiamos.

Cuando Poincaré afirma que donde hay certeza no hay espacio para la probabilidad, hay que tener cuidado porque donde hay certeza no hay estrictamente espacio para la incertidumbre, no para la probabilidad. La certeza es compatible con la probabilidad: puede ser positiva - por convención, probabilidad igual a 1 - o negativa - por convención, probabilidad igual a 0 -.

Cuando hay ausencia de conocimiento se produce el estado de máxima incertidumbre en la mente que se denomina duda.

Cabe concebir una noción de azar relativa: aquello que se deja sin determinación alguna en un cierto dominio epistémico (disciplina o teoría).

La existencia, en la metafísica aristotélico-tomista, es el efecto del acto de ser del ente. No es concebible pensarla fuera de la realidad sin infringir el principio de contradicción.

Sección 9

“La probabilidad de un suceso es, entonces, relativa a nuestro grado de ignorancia; pero aún es posible pensar que tenga un valor objetivo en cierto sentido. Es posible pensar que alguien que conozca un cierto bien determinado grupo de circunstancias y no conozca el resto debe, lógicamente, evaluar las probabilidades, al menos en ciertos sucesos, de una forma bien determinada.

Si la distinción entre circunstancias conocidas y desconocidas es claramente relativa – relativa a nuestro grado de ignorancia – todavía alguien podría atribuir significado objetivo a la distinción entre circunstancias que pueden o no estar bajo una relación causal para la ocurrencia de un cierto evento. Esto nos permitiría decir, si no que los diferentes casos que enumeramos sean equiprobables en sentido absoluto, al menos lo sean en atención a las circunstancias conocidas. Entonces diríamos que dos casos que no se diferencien en circunstancias conocidas que influyeran en su ocurrencia, son

¹³⁰ Ibid. página 178.

equiprobables, y todo sería correcto – si somos capaces de explicar cuáles son las circunstancias que pueden tener una influencia -.

Pero examinemos nuestra conciencia, y veamos cuándo ocurre que admitamos que una circunstancia pueda influir en un cierto evento. ¿No es precisamente cuando nuestro conocimiento de ello influye en nuestro juicio de probabilidad? ¿Queremos decir algo más que esto? Sin que importe lo que digamos o pensemos, al final llegamos a esto: el concepto de causa es solo subjetivo, y depende esencialmente del concepto de probabilidad.

Observo una conjunción de sucesos y me pregunto si es causal o casual. ¿Qué quiero decir? Si hablo del pasado, sólo quiero decir: ¿es sugestivo darse cuenta de este hecho o no? ¿Sirve para clarificar mis ideas o no? ¿Estimula mi imaginación o no? Pero en este caso, la esencia de la idea de causa se me escapa por completo: sólo se muestra cuando paso de lo que ya conozco a predecir lo desconocido, cuando los datos fácticos afectan a nuestro estado mental, cuando de la sencilla ciencia de lo observado queremos conseguir una regla de acción para el futuro.¹³¹

Supongamos que hemos observado muchas veces que tras un eclipse hay una guerra. ¿Por qué no digo que el eclipse es una causa de guerra, y por qué la gente supersticiosa lo cree? ¿Y por qué les llamo supersticiosos? Cuando digo que el eclipse no es una causa de guerra, quiero decir que, si mañana veo un eclipse, que haya guerra no será para mí más probable que si un eclipse no hubiera ocurrido.

Quien afirmase que el eclipse es una causa de guerra, querría decir, por el contrario, que para él, después de un eclipse, vería en ello una amenaza inminente de guerra. Le llamo supersticioso porque su estado mental es distinto al mío y al de la sociedad a la que pertenezco, porque discrepa con la concepción del mundo que es la parte más recóndita de mi imaginación y de la imaginación del siglo en el que vivo. Pero si quito la parte de mi pensamiento que es de mi propia creación, si quiero destilar de mis opiniones la parte objetiva, es decir, la parte que es puramente lógica o puramente empírica, tendré que reconocer que no tengo razón en preferir mi estado mental al de la persona supersticiosa excepto en que realmente siento mi estado mental como mío, mientras que el de la persona supersticiosa me repele.”

El concepto de causa entendido como principio real y positivo del cual algo procede y del que es dependiente en el ser o en su llegar a ser, no puede aplicarse en este ejemplo: la aparición de un eclipse no puede considerarse, en ningún caso, un principio real y positivo para que pueda haber una guerra. Que se desencadene una guerra no depende, en ningún caso, ni en su ser ni en su llegar a ser, de que haya un eclipse. Son acontecimientos realmente diferentes e independientes entre sí.

Si el concepto de causa prescinde del ser, si se concibe el principio de causalidad como una sugestión mental fruto de una sucesión temporal de acontecimientos que se repiten, no habrá forma de distinguir realmente lo casual de lo causal, ni lo real (extramental) de lo pensado. Por eso, en el ejemplo, no se llegará ni a tener argumentos que distingan la superstición de una intuición o razonamiento plausibles.

“Expresé mi opinión: el concepto de causa es subjetivo. Quien se pregunte si acepta o no un nexo causal, y quiera encontrar la verdad a través de experimentos físicos y deducciones lógicas, alcanza su objetivo como si lanzara dardos en la oscuridad. No debemos buscar la verdad, sino sólo llegar a ser conscientes de nuestras opiniones. No debemos preguntar a la naturaleza sino sólo examinar nuestras conciencias. Como máximo, puedo preguntar a la naturaleza de forma que me proporcione datos como elementos de juicio, pero la respuesta no está en los hechos; descansa en mi estado

¹³¹ *“Para mis propósitos aquí, pudiera incluso conceder – aunque esta no es mi opinión – que el concepto de causa tiene un valor objetivo cuando se expresa a través de una relación necesaria e inmutable. Entonces, la crítica se referiría solo al concepto de “causa” en el sentido de una circunstancia que “tiene cierta influencia, pero decisiva”, (Ibid. página 221, fn. 21).*

mental, al que los hechos no pueden obligar, pero que, sin embargo, puede espontáneamente sentirse a sí mismo obligado por ellos.

Si de la idea de causa deduzco un criterio para juzgar cuándo los casos son equiprobables, el concepto de probabilidad recibirá, de este modo, un valor que no solo es relativo, sino subjetivo.”¹³²

El principio de causalidad expresa una característica esencial de la realidad, el orden y la unidad interna que la inteligencia percibe en ella y, por consiguiente, expresa una condición de posibilidad de nuestro conocimiento: todo lo que sucede, sucede por una causa. Hay diferentes tipos de causas – material, formal, eficiente y final, empleando la terminología clásica - y pueden distinguirse, dentro de la causalidad eficiente, causas totales y parciales, universales y particulares, principales e instrumentales, necesarias y contingentes, determinadas y libres. Este principio no es demostrable mediante procedimientos de la ciencia experimental, pero su validez proviene de la experiencia: la idea de causa se obtiene por abstracción a partir de la experiencia. Sin este principio no sería posible fundamentar la validez del conocimiento científico, ni la validez de ningún otro tipo de conocimiento. Su aceptación conduce a la explicación racional de la realidad que, de lo contrario, quedaría convertida en una mera creación de la mente.

El principio de causalidad formulado en la tradición filosófica aristotélico-tomista exige la aceptación y adecuada comprensión del concepto de ser. Ser, en su significado principal, expresa el acto más radical del ente, la propiedad fundamental de cualquier realidad. Aparece como verbo copulativo en los juicios, uniendo sujeto y predicado, y en esa función expresa que la atribución del predicado al sujeto pertenece a la realidad.

Afirmar que el concepto de causa es subjetivo sólo puede entenderse así desde el nominalismo, donde la realidad se confunde con el pensamiento. El empirismo es también nominalismo.

El fenomenismo escéptico de Hume conduce inexorablemente al subjetivismo. Lo único que se salva es la ciencia experimental, no porque proporcione certezas sino por su indudable valor práctico. El medio para lograr que lo subjetivo tenga valor práctico es la utilidad. Si la búsqueda de la verdad deja de ser el punto de referencia de la actividad intelectual, si la verdad - entendida como adecuación del entendimiento con la realidad -, o conocer la esencia de lo real, se consideran tareas inalcanzables o sin sentido, si los universales no son más que meros nombres de individuos agrupados por criterios de semejanza subjetivos, la utilidad sustituye a la verdad.

Desde el principio de causalidad aristotélico-tomista, la relación de causa-efecto es real. Al mismo tiempo, desde un razonamiento inductivo, la búsqueda de causas a partir de los efectos no está tasada. Que no se conozca la causa de un efecto con certeza no significa que no exista una causa concreta que explique la producción del efecto. La incertidumbre radica en el entendimiento, no en la realidad.

Por otro lado, la realidad puede explicarse, en no pocos casos, mediante una relación causal no necesaria, es decir, contingente. La filosofía aristotélico-tomista explica la no necesidad en la realidad afirmando que la eficiencia de las sustancias materiales es contingente: sus efectos sólo tienen lugar la mayor parte de las veces, es decir, cuando no se encuentran impedidos, bien porque la materia debilita la actualidad de la forma de modo que torna defectible la eficiencia causal – aunque el homicida quiera conseguir su propósito, una indisposición física momentánea o una falta de entrenamiento en el uso de su arma pudiera mermar su potencia activa y hacerle fracasar -; bien porque la materia indispona la potencia pasiva, desproveyéndola de su natural aptitud para recibir el influjo del agente – una agresión que, en la mayoría de los casos, cabría esperar que produjera lesiones leves, en un caso particular pudiera producir la muerte de la víctima por su estado previo de

¹³² Ibid. página 180.

salud, lo que se traduciría en un cambio sustancial en la calificación del presunto delito cometido – (Alvira et al., 2001, páginas 228-230).

No obstante, Bruno de Finetti tiene razón cuando afirma que la probabilidad que asignamos a un suceso está relacionada con nuestro grado de ignorancia. El que tengamos mayor o menor conocimiento, experiencia e información para predecir con mayor o menor convicción si un determinado suceso puede tener lugar, indudablemente afecta a nuestro juicio de probabilidad y, en ese sentido, cabe justificar que ese juicio sea netamente personal. Ese juicio de probabilidad es relativo a nuestro conocimiento, experiencia e información previos y, por consiguiente, es subjetivo. Los juicios de probabilidad reales son juicios condicionados.

Sección 10

Durante mucho tiempo mis oídos no habían tenido paz: como si miles de voces me avisaran y gritaran de que no es posible hablar de probabilidad – al menos en un sentido objetivo – de un único suceso. Debemos imaginar que se repite muchas veces o, incluso, infinitas veces. Entonces la probabilidad adquiere un sentido objetivo, porque la frecuencia tiene un significado objetivo. Ha llegado el momento de contrarrestar esta opinión.

¿Qué queremos decir diciendo que dos sucesos son pruebas de un mismo fenómeno?¹³³ Incluso un primer análisis concluye que solo tiene un significado convencional, caso a caso. Dos sucesos son “pruebas de un mismo fenómeno” si pertenecen a la misma clase de eventos que se caracteriza por un nombre especial, o si lo preferimos, a una clase de eventos que quizá estemos interesados en considerarlos como recogidos en una clase. ...///...

El concepto de “pruebas de un mismo fenómeno” es arbitrario, como lo es en lógica el de “elementos de una misma clase”. Dos objetos cualesquiera pueden insertarse en una misma o en distintas clases, pero entre las innumerables clases que podemos formar, hay algunas que tienen interés práctico y de las que generalmente pensamos que es útil darles una denominación especial. ...///...

Pero es solo una cuestión de utilidad y grado; sería vano buscar un sustrato filosófico, y sería vano pensar en el concepto de “pruebas de un mismo fenómeno” como algo con significado propio.

Lo único importante de esto es clarificar el problema de una niebla metafísica, que es siempre y en todas partes perjudicial. Al hablar de “pruebas de un mismo fenómeno”, no nos sentiremos autorizados, por el simple hecho de usar el término, de proteger tan delicada cuestión, tabú, de la prueba de la lógica. Eso es todo.”¹³⁴

Los fenómenos naturales tienen una consistencia real propia. Cuando en la ciencia se prepara un experimento, es fundamental determinar su objeto, que entraña precisar conceptos, instrumentos y procedimientos. Todo ello es inherente a la metodología científica. Si no existen condiciones que permitan calificar al experimento como una actividad controlada, no puede garantizarse una correcta interpretación de los resultados. Aun así, toda actividad experimental está sujeta a imponderables no previstos, a veces por desconocimiento, a veces por la propia naturaleza contingente del fenómeno estudiado, y otras por inadvertencias o deficiencias de orden práctico, es decir, su valor epistemológico no pasará de ser, estrictamente, una opinión mejor o peor fundamentada.

La verdad que puede alcanzarse en la ciencia experimental, en la que emplean tanto el razonamiento deductivo como el inductivo, es una verdad contextual, dependiente tanto de las teorías científicas

¹³³ “Muchos autores dicen “pruebas del mismo suceso”. Prefiero decir aquí fenómeno, reservando el término “suceso” para una única prueba, o, en general, un hecho aislado. Esto me parece oportuno y conveniente.” (Ibid. página 222, fn. 22).

¹³⁴ Ibid. páginas 180-181.

en las que se basa, como de los instrumentos y procedimentales utilizados (Artigas, 1992, páginas 269-270). No puede calificarse una actividad de esa clase como arbitraria.

Bruno de Finetti tiene razón cuando advierte que repetir experimentos en las mismas condiciones en la ciencia experimental requiere un grado de solidez teórica, sofisticación tecnológica y rigor procedimental considerable. Los científicos admiten los resultados de los experimentos cuando son repetibles y ofrecen un grado de precisión, a efectos prácticos, suficiente.

El concepto “pruebas de un mismo fenómeno” no es un mero nombre sin significado. Tiene una referencia real concreta, aunque su determinación real sea imprecisa.

Sección 11

“Si juego a cara y cruz y digo que la probabilidad de que salga cara en una tirada particular es $\frac{1}{2}$, la experiencia no puede decirme si tengo razón o me equivoco, pero si repitiendo la tirada, por ejemplo, 1000 veces, obtengo una secuencia de “cara” (H) y “cruz” (T) en casi el mismo número de veces, puedo concluir que la probabilidad es realmente $\frac{1}{2}$. El cálculo de probabilidades conduce a la ley de los grandes números, y la ley de los grandes números es confirmada por la experiencia. En este sentido, el cálculo de probabilidades es confirmado por la experiencia y tiene un valor objetivo.

Este argumento es realmente sorprendente. ¿Qué consigo con 1000 repeticiones? Obtengo una de las 2^{1000} secuencias de 1000 letras H o T. Si consigo la secuencia en mil pruebas, letra a letra, o si la consigo de una tirada, es algo que se deja de lado; el punto real es que las 2^{1000} secuencias son equiprobables. Pero, cualquiera que fuere la secuencia obtenida, ¿cómo concluyo que, realmente, todas las secuencias son equiprobables? ¿Existe alguna diferencia lógica si un experimento es configurado mediante muchas pruebas secuenciales? ¿Acaso es una completamente externa, no esencial y superficial circunstancia?

Aun así, puedo predecir frecuencias casi con certeza. Este es un hecho objetivo. Y este hecho no pierde fuerza por la observación paradójica que se acaba de realizar, la cual tiene una forma lejos del espíritu en el que el cálculo de probabilidades debe ser propiamente utilizado para demostrar cómo encaja con la realidad.

Pero, ¿cuándo puedo decir que observar una frecuencia prueba una evaluación de probabilidad? ¿No es sólo cuando acepto que puedo evaluar la probabilidad sobre la base de la frecuencia? ¿Cuál es realmente nuestra posición?

Recordemos que no sabemos aún qué es la probabilidad, al menos en sentido objetivo. Hemos demostrado que creer en el significado objetivo de criterios “a priori” es ilusorio: solo generan probabilidades subjetivas. Si no estamos contentos con este valor subjetivo y queremos hacerlo objetivo, podemos pensar en obtenerlo con criterios “a posteriori”, tales como la observación de frecuencias. Pero sólo si la frecuencia observada nos permite calcular la probabilidad, tiene esta idea un fundamento, porque sólo entonces seremos capaces de comparar las dos.

Esta forma de razonar nos hará creer, inmediatamente, que quienquiera que sea que tenga el coraje de mantenerla no comprende la probabilidad en absoluto.”¹³⁵ ...//...

Sección 12

“Generalmente, en un gran número de pruebas, la probabilidad y la frecuencia difieren poco.” ¿Qué podemos deducir de esta afirmación? ...//... ¿Esa frecuencia en una gran número de pruebas es próxima a la probabilidad?

¹³⁵ Ibid. páginas 181-182.

Para que esa frase sea susceptible de confirmarse o refutarse, diríamos, por ejemplo, “la frecuencia en n pruebas difiere de la probabilidad menos de ε (en valor absoluto)”. ¿Queremos decir esto? No. Sabemos que no podemos elegir una n y una ε tales que nos permita realizar esa afirmación. Sin embargo, podemos elegir una n y una ε que nos permita alcanzar la condición con práctica certeza. ¿Pero no es esa práctica certeza solo un alto grado de probabilidad? Y, entonces, ¿no es tan subjetiva como el concepto de probabilidad? No, diríamos. Si un fenómeno es prácticamente cierto, ocurrirá siempre o casi siempre. Si un fenómeno es prácticamente imposible, no ocurre nunca o casi nunca.

Pero incluso ahora, si queremos abrir esa afirmación a la confirmación o a la refutación, debemos formularla menos enigmáticamente, de forma que nos comprometa. Es irresponsable decir que una afirmación tiene valor experimental y, al mismo tiempo, hacer reservas que devalúen completamente el resultado del experimento “a priori”. Y no sólo es irresponsable: no tiene sentido. Es como si, habiendo decidido llamar “peso” de un cuerpo a la fuerza con la que es atraído hacia la tierra, aceptáramos que quizá haya cuerpos “pesados” que no son atraídos hacia la tierra.

En el caso en cuestión, es obvio que no podemos atribuir un valor objetivo al concepto de práctica certeza, “a causa de la contradicción que la descarta”.¹³⁶

Sección 13

“¿Qué objeción puede haber?

Puedo pensar en dos oponentes. El primero es un teórico pálido y abstracto, con tendencias metafísicas, al que le gustaría transformar la práctica certeza en absoluta certeza haciendo crecer el número de pruebas numeradas hasta considerarlas infinitas, y solo necesito unas pocas palabras para rebatirlo. El otro es de tipo práctico que, en nombre de la practicidad, negará mi derecho a aplicar el razonamiento lógico a cosas que no pueden soportarlo. Y tiene razón, pero está confundido, y es una pena, porque, de otro modo, quizá estaríamos de acuerdo.

Incrementemos el número de pruebas hasta el infinito. La probabilidad de que la frecuencia y la probabilidad coincidan – con un cierto grado de aproximación – crecerá indefinidamente hacia 1, y 1 es la probabilidad de la certeza. ¿Qué podemos concluir? Nada. En primer lugar, la afirmación inversa no es cierta: “Si un suceso tiene probabilidad igual a 1, es lógicamente cierto”. En segundo lugar, si consideramos la conclusión, “En cualquier secuencia enumerable de pruebas, el límite de la frecuencia es la probabilidad”, inmediatamente vemos que es absurda. Para que una secuencia particular la satisfaga (para valores entre 0 y 1, incluyendo los extremos), ha de contener infinitas subsecuencias de pruebas que sean todas favorables o todas desfavorables, y esas subsecuencias de pruebas no satisfacen la condición. La objeción a este razonamiento es fácil de imaginar, pero incluso es más fácil de superar para quienes lo hayan seguido hasta ahora. Añadiré, en diferente tono, que incluso si alguien concediera que la tendencia de la frecuencia de aproximarse al límite fuera un teorema en el sentido matemático, sería prácticamente inútil a menos que conociera la razón de convergencia¹³⁷ que, en solitario, justifica una evaluación aproximada basada en un número finito de datos, y eso es una suposición todavía más absurda.”¹³⁸

Sección 14

“Pero digamos lo que diría un empirista. Dirá que esas observaciones son correctas, pero ellas solo especifican la diferencia entre la certeza práctica y la absoluta. Así, llevan justamente leña al monte.

¹³⁶ Ibid. páginas 183-184.

¹³⁷ “Debería ser superfluo resaltar que aquí no hablo de la relación de convergencia en sentido estocástico, a la que, por ejemplo, el teorema de Kinchine y las investigaciones de Kolmogorov, Levy, etc., se refieren; lo que necesitaríamos, y es imposible, es un límite que sea matemáticamente cierto.” (Ibid. página 222, fn. 24).

¹³⁸ Ibid. páginas 184-185.

*Por otra parte, no podemos dejar de depender del concepto de certeza práctica, porque todas las ciencias experimentales se basan en él. “Esta ligeramente poco ortodoxa noción de certeza quizá ofenda al matemático puro que solo conoce su ciencia. Pero alguien con mente abierta sabe que, fuera de las matemáticas, esta es la única certeza de la que podemos hablar. En el mundo físico, en todo lo que importa a la vida, un suceso es cierto cuando es inmensamente probable (G. Castelnuovo, *Calcolo delle Probabilità*, Bologna, 1925, Vol. I, página XXV and (for successive citations) páginas 4, 5).”*

La relación entre probabilidad y frecuencia es un postulado empírico que miles de años de experiencia nos fuerza a aceptar, y si no hubiere postulado y experiencia que lo confirmase, el cálculo de probabilidades carecería de importancia.

El cálculo de probabilidades “no puede predecir el resultado de un experimento real hasta que no se concrete a través de una observación empírica.” Los términos en los que es legítimo formular una predicción son imprecisos y dejan lugar a dudas, pero “la imprecisión es inevitable cuando comparamos una noción abstracta con datos empíricos.”

De este modo, el cálculo de probabilidades sería una especie de esquema idealizado sugerido por la experiencia, y es suficientemente validado por la experiencia para que nosotros lo pensemos aproximadamente verdadero en la práctica. Todas las ciencias experimentales que usan las matemáticas proceden de esta forma. Construyen un esquema puramente lógico, un mundo de símbolos abstractos que no tienen y no pueden tener un significado físico alguno, cualquier significado positivo, hasta explicar, de forma imprecisa, la relación que queremos establecer entre conceptos explícitos pero vacíos de la teoría y nociones prácticas pero vagas de la experiencia. Una teoría matemática no tiene valor experimental, se trata sólo de una cierta interpretación concreta de los símbolos manejados en ella que pueden tener tal valor, y que pueden ser más o menos correctos, o siguiendo a Poincaré, más o menos útiles. Tal enlace entre teoría y aplicación es siempre y necesariamente impreciso porque, de hecho, las nociones empíricas son esencialmente imprecisas; no podemos esperar algo más.

*Entonces, ¿por qué nos sorprendemos de que el cálculo de probabilidades, como cualquier otra ciencia positiva, esté conectado a aplicaciones mediante un bastante impreciso postulado empírico? Esta analogía es perfecta: debemos “considerar la probabilidad como una noción puramente experimental, la noción de una constante física a cuya medida podemos aproximarnos mediante observaciones de la frecuencia de un hecho”, debemos “utilizar los teoremas generales como reglas de cálculos numéricos para predecir sucesos futuros”, y finalmente, debemos tratar “la teoría de la probabilidad como una ciencia positiva en la que, verdaderamente, las matemáticas entran en todo momento, pero que debe empezar a partir de cierto número de nociones fácticas, tomadas de la experiencia, que son únicamente válidas en la medida en que se correspondan con la realidad.”¹³⁹ Hasta aquí, Fréchet (M. Fréchet-Halbwachs, *Le calcul des probabilités a la portée de tous*, páginas IX-X, 2), quien, entre aquellos que comparten estas ideas, es el más sobresaliente por la consistencia en que las aplica en su obra original.*

Sección 15

“¿Puedo aceptar estas ideas?

Digo no.

La analogía entre el cálculo de probabilidades y las ciencias experimentales es sólo aparente, y es fácil de ver, tras incluso un pequeño análisis, de que falla en su punto más esencial.

¹³⁹ Ibid. páginas 185-186.

¿Qué hacemos cuando introducimos un postulado empírico? Establecemos que una cierta categoría de hechos naturales se conforma a una cierta teoría, o, al menos, que las diferencias son prácticamente despreciables, muy pequeñas, o de escasa importancia, y de probabilidad mínima. Habiendo construido un mundo a nuestro gusto mediante una teoría matemática, afirmamos que el mundo de nuestras sensaciones se comporta del mismo modo, hasta una aproximación suficiente. La función de los postulados empíricos es brillantemente clarificada por Poincaré en la sección de La valeur de la science que trata sobre la crítica del nominalismo (páginas 235ff), en la que explica, breve y exhaustivamente, las ideas que acabo de mencionar. ...///...

Entonces, tenemos una teoría que nos permite decir, exactamente, cómo deben producirse los hechos¹⁴⁰, y un postulado empírico que dice que, de hecho, ocurren casi de ese modo. Sólo necesitamos el postulado empírico para las aplicaciones; si quisiera conocer cómo deben ocurrir los hechos, sería inútil.

¿Sirve esta analogía para el cálculo de probabilidades? ...///...

Si la ocurrencia de un hecho, aunque extremadamente inverosímil, extraordinario, y poco probable, nos llevara a pensar que contradice el cálculo de probabilidades, no podríamos culpar a la práctica. ...///... Si conociera que la naturaleza nunca produce sucesos excepcionales y extremadamente improbables, solo en ese caso el cálculo de probabilidades se revelaría como indefectiblemente falso. La analogía es solo aparente, entonces, y muy superficial. ...///...

Por otra parte, es suficiente observar que ninguna de las anteriores críticas del significado de la probabilidad se relaciona con dificultades prácticas, a la posibilidad de realizar efectivamente un experimento, a su valor probatorio, o a su más o menos resultado favorable. Tienen un contenido puramente conceptual, y esto fue suficiente para demostrar, a priori, incluso si no lo hubiera dejado claro, lo absurdo que resulta intentar admitir los anteriores puntos de vista en el reino del pensamiento científico bajo la falsa etiqueta de “verdades empíricas aproximadas”, que están exentas de rigor lógico.”¹⁴¹

Estas secciones resumen la crítica de Bruno de Finetti hacia la interpretación de la probabilidad como frecuencia de un suceso observable y hacia el supuesto valor objetivo, enraizado en la realidad, de la probabilidad debido a esa interpretación.

Sección 16

“Puede parecer, argumentando de esta manera, que debo llegar al punto diametralmente opuesto al que me dirigía: en lugar de dar al cálculo de probabilidades la gran importancia que para él reclamaba, parece que quiero negar todo su valor. Parece que, hasta ahora, ningún sofisma ha sido tan engañoso como éste: o bien la experiencia confirma el cálculo de probabilidades, y tiene valor empírico experimental, es decir, valor objetivo, o no lo confirma, y entonces carece de valor. Si como defiendo, no tiene sentido hablar de confirmación experimental del cálculo de probabilidades, ese cálculo, habrá concluido, no dice nada, por consiguiente, es inútil.

Esto es, precisamente, lo que digo: que un pensador racionalista o positivista, para ser coherente, debe llegar a esa conclusión. Así pensaba Augusto Comte, y, desde su punto de vista, tuvo razón. La teoría de la probabilidad es “la clase de investigación puramente especulativa y bastante vana que satisface el Bizantinismo de ciertos expertos (citados en M. Fréchet, op cit. prefacio).” Pero yo ni soy racionalista ni positivista, y así puedo adjuntar valor del cálculo de probabilidades.

¹⁴⁰ “¡Lejos de mí utilizar esta frase con algún sentido metafísico! Es una locución que puede ser útil que se formule en términos, pero no significa nada. Cuando digo “como los hechos deben ir” quiero decir “en el caso de que vayan de acuerdo con lo que cierta teoría asume. Tomada por sí misma, la idea sería mejor expresada diciendo “los hechos quizá vayan”.” (Ibid. página 222, fn. 28).

¹⁴¹ Ibid. páginas 186-188.

Para comprender y apreciar el cálculo de probabilidades, y usarlo, ¿es entonces necesario, útil y suficiente adoptar el punto de vista relativista? ...///...

*Tercer punto: utilidad. ¿Cuáles son las ventajas de mi punto de vista?*¹⁴²

La crítica de Bruno de Finetti al racionalismo y al empirismo, que según él han conducido, bien a una interpretación metafísica racionalista de la probabilidad, bien a una interpretación de la probabilidad como frecuencia, a la que se aplica la analogía de la diferencia entre la teoría matemática y la aplicación empírica de la teoría, intenta superarla mediante un nuevo concepto de probabilidad que denomina relativista.

“Lo que quiero resaltar es la importancia del conocimiento y la conciencia exacta del valor relativo y subjetivo de la probabilidad, incluso para aquellos que no les importa los aspectos conceptuales, lógicos y críticos, sino que sólo les preocupa los de orden práctico. ...///...

*“En el cálculo de probabilidad ... resulta frecuente preguntarse si un suceso existe o no existe, y formular la hipótesis de que tal probabilidad tenga un cierto valor p , una hipótesis que se considera posiblemente verdadera o falsa. Todo esto carece de sentido, y ese coágulo de insensatez predispone cargas al cálculo de probabilidades como un peso de plomo.”*¹⁴³

Ser y existir no significan lo mismo. Ser expresa el acto de ser, la perfección más íntima de una cosa y la raíz de sus restantes perfecciones, y existir que una cosa está en acto, que forma parte de la realidad. En el lenguaje ordinario distinguimos unos seres de otros por su grado de perfección (esta propiedad del ser se denomina intensión). En cuanto al existir, no expresamos diferencia entre los seres.

Interpretar ser como existencia es una consecuencia de la concepción exclusivamente lógica del ente. Si se reduce el ser a la esencia posible, al margen del acto de ser, se forman dos mundos: la esfera ideal de las esencias abstractas o del pensamiento puro; y el mundo de los hechos, de la existencia fáctica. El segundo no es más que una reproducción del primero. Esta escisión entre esencia ideal y existencia real produce, en la teoría del conocimiento, la separación radical entre la inteligencia y los sentidos: la esencia es objeto de la razón pura, y la existencia fáctica es captada por las sensaciones - esto explica la oposición entre el racionalismo y el empirismo o positivismo -.

El positivismo no entiende la existencia como un acto sino como un hecho, como algo que le ocurre a las cosas, como un accidente. Pero un hecho no es más que la constatación de que una hipótesis se cumple en un caso concreto, que lo que el científico formuló como posible, ocurre efectivamente. Se confunde la existencia con la mera comprobación empírica de una idea o de una ley. El positivismo, en lugar de conocer lo real, conoce si sus teorías o hipótesis se cumplen en un caso determinado. A esa constancia es lo que llama realidad. Llamamos verdadera a la teoría o hipótesis verificada empíricamente y falsa a la falseada empíricamente (Corazón, 2002, página 152).

El ente, entendido como noción aplicable a todo (máxima extensión) pero con contenido mínimo (mínima comprensión), lo ínfimo para indicar lo que poseen todas las cosas para ser reales, es una noción más lógica que metafísica. Es la concepción que del ente tuvo el racionalismo (Leibniz, Wolff), aunque ya Escoto y Suárez mantuvieron que el ente era un concepto máximamente indeterminado, cuyo contenido venía a coincidir con el de “esencia posible”. Esta identificación del ente con la esencia y la transformación de la esencia en algo indiferente respecto al acto de ser, en “*simple posibilidad de ser*”, llevó a Wolff a definir el ente como “*aquello que puede existir, es decir, a lo que no repugna la existencia*” (Ontología, ed. 1736, n. 134).

¹⁴² Ibid. página 189.

¹⁴³ Ibid. página 190.

Wolff dividió el ente entre posible y actual. La primacía correspondía al primero, y el segundo no era más que su puesta en acto. La consecuencia de esta forma de entender el ente es que se asimila el ente al pensamiento, puesto que la noción de ente definida como máxima indeterminación de ser sólo existe en la inteligencia humana como fruto de una abstracción lógica. No se trata del ser real sino del ser pensado. La “posibilidad” se entiende, en el racionalismo, como el carácter no contradictorio de una noción, es decir, como posibilidad de que algo sea pensado o concebido (Alvira et al., 2002, páginas 33-34).

En el orden del conocimiento, la noción de ente tiene la primacía: todo objeto cognoscible, antes que nada, es. Nuestra inteligencia lo conoce como algo que es. Esto no quiere decir que esa noción sea la primera de la que el ser humano es consciente y que su comprensión sea perfecta. Sin embargo, sin la aprehensión del ser no podría la inteligencia conocer nada.

La noción de ente no es un género porque no es posible añadirle diferencia alguna que no se encuentre contenida en ella. Los conceptos genéricos obtenidos mediante la abstracción tienen una mayor extensión – abarcan más objetos – a medida que el número de propiedades que integran su contenido – comprensión – es menor. La noción de ente es máximamente extensa e intensa: máxima extensión y máxima comprensión. Todas las determinaciones y modos de ser se encuentran indiferenciadas en el concepto de ente. Por eso, para dar a conocer una realidad singular, no basta decir que es un ente, siendo necesario indicar su esencia, su peculiar modo de ser.

La noción de ente como género es propia de quienes han tratado las realidades metafísicas como conceptos lógicos. Según Escoto y Suárez, conocemos con la inteligencia, en primer lugar, existentes singulares; luego abstraeríamos su naturaleza común, quedándonos con la esencia; y, finalmente, por encima de todas las esencias llegaríamos a un género supremo máximamente abstracto y separado de la experiencia que sería el ente. Esta es la concepción del ente que heredó el racionalismo y cuyo contenido ya no es un ente real, sino la idea generalísima de ser. De ahí que en el racionalismo se consideró que la metafísica se desentiende de la experiencia y de la realidad.

La noción de ente es análoga: se predica de todas las cosas en parte igual y en parte distinta. Esta clase de nociones expresan una misma perfección que se encuentra en muchos de modo distinto. Ser es la perfección que permite más variedad de realizaciones: todas las cosas son, pero no del mismo modo.

Lo que afirma Bruno de Finetti no tiene sentido en el realismo moderado. La probabilidad de un suceso tiene una existencia meramente pensada, es un ente de razón que es el resultado de un acto de la razón humana que consiste en comparar cantidades entre sí. El cálculo del valor probabilístico de la ocurrencia de un suceso depende de las reglas de la lógica. Todo lo que puede afirmarse sobre su valoración en un caso concreto es si las cumple o no. Lo fáctico ocurre o no, no hay más posibilidades. Un enunciado será verdadero cuando afirma la ocurrencia de lo fáctico si el hecho ocurre o afirma que no ocurre si el hecho no ocurre; y será falso cuando afirma que no ocurre y el hecho ocurre o afirma que el hecho ocurre y el hecho no ocurre.

Cuando la inteligencia percibe que el enunciado sobre la ocurrencia de un hecho es evidente, el juicio de probabilidad se identifica con la certeza. La certeza puede ser positiva o negativa y no admite grados. Si no hay evidencia que obligue a la inteligencia a asentir sobre la veracidad o no de un enunciado sobre la ocurrencia de un hecho, el juicio de probabilidad se identifica con la incertidumbre. La incertidumbre admite grados hacia la certeza positiva o negativa.

La graduación de la incertidumbre, que forma parte del objeto del juicio de probabilidad, se rige por las reglas de la lógica: la realidad no es graduable, pero el conocimiento sobre la realidad – una predicción es un tipo de conocimiento de la realidad - sí.

En gnoseología, «cosa» significa realidad extramental y «objeto» significa lo que está en la mente, sea real o no lo pensado. Al conocer, la mente posee la forma de la cosa conocida inmaterialmente, intencionalmente. La forma en el pensamiento es la que recibe el nombre de objeto. La forma real, constituye la cosa.

La cosa nunca es perfectamente conocida. Mediante la abstracción conocemos aspectos de lo real. Podemos afirmar que la cosa es siempre más que el objeto.

Tampoco ente y cosa son exactamente lo mismo. El ente se toma del acto de ser. El nombre de cosa se toma de la esencia o naturaleza del ente. El ente es lo que es y la cosa es lo que posee una determinada esencia o naturaleza.

La verdad es la adecuación del entendimiento con la cosa. En esta definición no se menciona el término ente. Lo que capta el entendimiento es la forma o esencia de lo real. La verdad es una conformación, una adecuación en la que la forma de la realidad para ser la forma de la facultad de conocer. Por tanto, el conocimiento tiene que ver con la forma y, por tanto, con la cosa, con los entes en cuanto que tienen una determinada esencia o naturaleza. De ahí que Santo Tomás de Aquino afirme que el objeto propio de la inteligencia humana es la esencia o naturaleza de la materia corporal, sin que eso sea óbice para que afirme, igualmente, que la verdad se funda más en el ser de la cosa que en la esencia.

Santo Tomás de Aquino explica que ser, existir, es ejercer un acto, pero ese acto no es el acto de un sujeto sino el que le constituye como real. Si el acto de ser fuera acto de algo o de alguien, ese sujeto preexistiría, con lo que el acto de ser no le añadiría nada.

No confunde el Aquinate ser con existir. La esencia es lo que hace que los entes sean cosas. Las cosas tienen existencias concretas, limitadas. El ser de las cosas es finito, pero sin él, no serían. Sólo en Dios su ser se identifica con su existir porque su ser no está limitado por una esencia, no es una cosa, es infinito.

Cuando el Aquinate dice que la verdad se funda más en el ser que en la esencia, está afirmando que las cosas son cognoscibles porque son, aunque lo conocido de ellas por la mente sean sus esencias. El ser no es objetivable, conceptualizable, porque no es una forma, pero podemos advertirlo. Podemos conocer si lo pensado es meramente pensado o, además, es real.

Históricamente hubo filósofos que identificaron el ser con la esencia, con la forma. Se trata de un error que se conoce como formalismo. Consiste en afirmar que lo conocido no es lo real sino las formas o esencias. Como las formas pueden ser reales (en la cosa) o pensadas (en la mente), si se afirma que ser real es ser esencia – obviando el acto de ser -, se acaba sosteniendo que el ser sólo existe en el pensamiento, o que si existe en la realidad, es incognoscible. ¿Por qué? Porque lo propio del entendimiento es conocer esencias, no existencias. Este es el error de Kant, entre otros.

El empirismo y el positivismo también se oponen a la tesis de que la verdad se funda más en el ser que en la esencia. Estas corrientes de pensamiento afirman que no somos capaces de conocer la realidad sino una impresión subjetiva que ésta produce en nosotros.

El positivismo no entiende la existencia como un acto sino como un hecho, como algo que le ocurre a las cosas, como un accidente. Pero un hecho no es más que la constatación de que una hipótesis se cumple en un caso concreto, que lo que el científico formuló como posible, ocurre efectivamente. Se confunde la existencia con la mera comprobación empírica de una idea o de una ley. El positivismo, en lugar de conocer lo real, conoce si sus teorías o hipótesis se cumplen en un caso determinado. A esa verificación es lo que llama realidad.

El realismo metafísico sostiene, sin embargo, que si la realidad es inteligible porque es, y el ser – no la verdad – es el primer trascendental, la verdad se funda en el acto de ser, que es lo que hace que un ente sea – no su esencia -, y, por tanto, una condición de posibilidad para que el entendimiento conozca su esencia. Si se afirma que la realidad es cognoscible por su esencia, conocida la esencia daremos por conocido lo real. Y sucederá que, al mismo tiempo, no sabremos si lo conocido existe o no realmente. Como las esencias pueden ser reales o pensadas, no sabremos a cuál de ellas nos estamos refiriendo (Corazón, 2002, páginas 148-152).

Como dice el profesor Llano, en *Sueño y vigilia de la razón* (Llano, 2007), “...quien sólo conoce esencias no sabe si conoce o sueña”.

Sección 17

“¿Por qué no estamos conformes con considerar la probabilidad como una noción subjetiva, como sólo puede serla?”

No es un caso aislado de perversión lógica: es únicamente una manifestación necesaria e inevitable de una única enfermedad de la que espero que el pensamiento relativista cure a la humanidad. Digo que algo es bello, justo, e importante. ¿Qué quiero decir? Quiero decir que me gusta, que lo apruebo, que me interesa. O más, que a la mayoría de la gente le gusta, que se ajusta a cierto posicionamiento social, que interesa al público. Y todavía, ¡a cuántos dejaría atónitos oír lo afirmado explícitamente! ¡Cuántos prefieren inventarse abstracciones grandiosas de Belleza, Justicia, como términos universales, absolutos, e inmutables!”¹⁴⁴

Un nominalista afirma que los universales son meros nombres, sólo sirven para clasificar objetos y sólo tienen un mero valor semántico. Sin embargo, para un realista, la belleza y la justicia son nombres abstractos, universales, pero mientras que el primero pertenece al orden trascendental de la realidad, el segundo pertenece al orden predicamental.

La noción de ente se determina en un doble sentido: mediante nociones que expresan modos particulares de ser (los denominados predicamentos) y mediante nociones que significan aspectos comunes a todos los entes (los denominados trascendentales). Estos últimos significan aspectos de la perfección propia del acto de ser que no se expresan explícitamente en el concepto de ente, y que ayudan a tener una visión más completa de la realidad: son los conceptos trascendentales de verdad, bondad, unidad y belleza.

La belleza como propiedad trascendental del ente no añade al ente nada real sino una relación de razón. Las cosas son bellas – hermoso es aquello cuya contemplación agrada - en la medida que son, no en cuanto que sean conocidas como bellas por nuestras facultades de conocimiento y volición. La belleza de las cosas es independiente y es medida de nuestra inteligencia y de nuestra voluntad. Ni la inteligencia ni la voluntad determinan la belleza de las cosas.

Puede distinguirse una belleza inteligible, vinculada a la verdad y bondad moral, de una belleza sensible, o una belleza natural de otra artificial. Aunque la belleza de las cosas se perciba con las facultades de conocimiento, el agrado que perciben al captarla se vincula también con la voluntad porque la perciben como un tipo particular de bien. El agrado de lo bello se percibe en cuanto que se conoce (Alvira et al., 2001, páginas 187-190).

La justicia pertenece al género de la cualidad, un accidente que modifica a la sustancia en sí misma, haciéndola ser de un modo o de otro. Los accidentes de la cualidad y de la relación son los únicos que se encuentran en el ámbito de las actividades racionales propias del hombre. La justicia, como virtud, es un hábito operativo que perfecciona a la voluntad humana. La justicia, como ideal de

¹⁴⁴ Ibid. página 191.

convivencia social, consiste en dar a cada uno lo suyo. En este caso, se predica de toda sociedad humana unida por una relación mutua entre los que la conforman dirigida a satisfacer el bien común. El concepto de justicia social es un ente de razón pero, como todo universal, cuando se aplica el calificativo de justa a una sociedad concreta, al igual que por analogía a cuando se aplica el calificativo de justo a un hombre concreto, su esencia se singulariza, haciéndose real.

La probabilidad es un concepto matemático, lógico. Los conceptos lógicos son productos de la mente y se abstraen de la realidad a través del accidente que denominamos cantidad, común a todo lo corpóreo y derivado de la materia.

En la individualización de un ente se pueden distinguir tres aspectos concurrentes configuradores (Alvira et al., 2001, páginas 104-105):

- a) La forma del ente corpóreo actualiza la materia y hace que surja de ella el accidente cantidad, porque constituye el cuerpo como tal.
- b) La cantidad, al dar dimensiones a la materia, distingue en ella unas partes de otras, haciéndola individual.
- c) La materia, singularizada por la cantidad, individualiza a la forma específica.

La unidad del ente es una propiedad trascendental que consiste en afirmar que cada existente es, en sí mismo, indiviso, por tanto, sólo añade al ente una relación de razón, pero es necesario distinguir esta unidad trascendental de la unidad cuantitativa.

La unidad cuantitativa es consecuencia de la materia y es principio del número que resulta de su división. La unidad cuantitativa, en cuanto que sigue al accidente cantidad, se encuentra únicamente en las sustancias corpóreas. Su estudio no corresponde a la metafísica sino a la filosofía de la naturaleza.

“Conocer de modo concreto el más y el menos de la cantidad, mediante comparaciones entre las diversas cantidades, es medir” (Artigas et al., 1993, página 200). Medir implica comparar lo medido con una parte tomada como unidad. Las unidades de medida son convencionales, pero se basan en un fundamento real: la unidad indivisa del ente cuantitativo. A su vez, medir la cantidad discreta es contar.

La medición es un acto de la razón humana, pues sólo ella puede comparar unas cosas con otras, y se aplica tanto a la cantidad continua como a la discreta. Subraya Sanguineti que *“La mensurabilidad implica que lo que se mide puede dividirse en partes y, por tanto, que está afectado de algún modo por la cantidad.”* (Artigas et al., 1993, página 158). Lo que no es cuantitativo o no se considera bajo algún aspecto cuantitativo – este es el caso de la probabilidad entendida como medición del temor a errar, una pasión psicológica específica de los seres humanos por su facultad intelectual -, no puede medirse.

“¡Poca maravilla es si esa misma gente, consciente en la vida práctica de sentir siempre la sensación de esperar un cierto hecho con más o menos confianza, ha pensado que es bueno inventar la Probabilidad! ¡Poca maravilla si destruyendo el mito de la probabilidad objetiva les parece que vacío de contenido el cálculo de probabilidades! Siempre el mismo malentendido: ...///... Así, en el caso de las probabilidades: ¡o bien tienen un valor objetivo, absoluto, o tienen un valor convencional! O bien tiene sentido preguntar si la evaluación de la probabilidad es correcta o errónea, o nada puede constreñir nuestro capricho. Pero ¡debemos distinguir entre lo arbitrario y lo subjetivo, el capricho y el instinto, la convención y la opinión!”¹⁴⁵

¹⁴⁵ Ibid. páginas 191-192.

La dicotomía entre los órdenes real y lógico que aprecia Bruno de Finetti surge de las gnoseologías racionalista y empirista que critica, ambas impregnadas de nominalismo. Para el realismo, no existe esa dicotomía: la lógica se fundamenta en la metafísica.

Sección 18

“Un jugador quiere realizar una apuesta; pide mi consejo. Si se lo diera, confiaría en el cálculo de probabilidades, pero no le podría garantizar el éxito. Eso es lo que yo llamaría probabilidad subjetiva. Pero supongo que allí hay un observador, que observa las salidas durante mucho tiempo; cuando revise el registro verá que los resultados salieron en conformidad con el cálculo de probabilidades. Eso es lo que yo llamaría probabilidad objetiva, y es este fenómeno el que debemos explicar (Poincaré, op. cit. página 218)”

He aquí una dificultad que conduce a muchos al error: ¿cómo podemos estar persuadidos – nos preguntamos – de que el valor de la probabilidad no es simplemente subjetivo? ...///...

Pero cuando evalúo una probabilidad, sólo expreso mi estado mental ...///... no tiene sentido pensar que mi evaluación es errónea, porque carece de significado fuera de mí, no tiene otra función que expresar mi estado mental. ...///...

¿Por qué, cuando un suceso me aparece como prácticamente cierto (es decir, cuando evalúo su probabilidad próxima a 1) tengo derecho a considerar como prácticamente cierto que ocurrirá? Porque cuando digo que un suceso es prácticamente cierto (cuando evalúo su probabilidad próxima a 1) no digo ni quiero decir más o menos que esto: que tengo la práctica certeza de que ocurrirá.”¹⁴⁶

Sección 19

“Parece extraño que de un concepto subjetivo se sigan reglas de acción que se adaptan a la práctica. ...///...

En cualquier iniciativa que queramos emprender, en cualquier empresa que queramos administrar, siempre procedemos, consciente o inconscientemente, a realizar un presupuesto, en el que balanceamos la esperanza de los beneficios y el temor de las pérdidas, la esperanza y el temor de que los beneficios y las pérdidas sean más o menos grandes. Podemos amar el riesgo más o menos, podemos ser prudentes o especulativos, y nuestras preferencias serán diferentes. Podemos ser guiados por la esperanza de una ganancia arriesgada y perderlo todo, o quizá preferimos la modesta tranquilidad de aquellos que se sienten seguros de los trucos de la fortuna. Somos perfectamente libres en esta elección; cada uno puede hacer lo que desee. El cálculo de probabilidades no puede decir si estamos en lo correcto o erramos. En cualquier caso, debemos considerar todas las alternativas junto con sus probabilidades y sus consecuencias, y luego actuar como veamos oportuno. En el caso de una empresa que deba permanecer segura y tener poco riesgo, debemos actuar de forma que, como en el caso de las aseguradoras, aunque nuestros beneficios no sean fantásticos, sean suficientes y prácticamente seguros. Eso es lo que las compañías no especulativas hacen, sin utilizar el cálculo de probabilidades, y sin embargo esa certeza no es demasiado a menudo desmentida por los hechos. Y no hay nada extraño en eso, por una razón obvia: si estas predicciones fueran siempre desmentidas, no las haríamos, y actuaríamos de alguna otra forma, y sería esta otra forma la que nos inspirase a tener más o menos confianza en las distintas alternativas.

Que un hecho sea o no prácticamente cierto es una opinión, no un hecho; que lo juzgue prácticamente cierto es un hecho, no una opinión.”¹⁴⁷

¹⁴⁶ Ibid. páginas 192-193.

¹⁴⁷ Ibid. páginas 194-195. Consúltese, también, la Sección 4.6.

Sección 20

“...///... Entonces, ¿por qué debe el éxito, en ese caso, apoyar el cálculo de probabilidades?

Únicamente porque el conjunto de circunstancias del que depende la ganancia total es, de tal naturaleza, que para evaluar su ley de probabilidad es mejor empezar por una evaluación de probabilidad de ganancias elementales. Las bien conocidas leyes de cálculo nos permiten combinar las probabilidades individuales y concluir que, para ser coherentes, debemos atribuir una cierta probabilidad – por ejemplo, como podemos suponer, la certeza práctica – al hecho de tener una ganancia satisfactoria general.”

*El único hecho nuevo es la intervención de las operaciones aritméticas del cálculo de probabilidades.
...///...*

Ya he dicho que la prueba de las leyes formales del cálculo de probabilidades es independiente de cualquier contingencia y pretensión de significado objetivo, y que no podemos esperar nada en este aspecto que venga de la experiencia.

*Sin embargo, si la evaluación de las probabilidades elementales fuera hecha de modo diferente, los resultados que se obtendrían mediante las reglas de los cálculos serían también diferentes, y es obvio que es siempre la evaluación de las probabilidades, no el cálculo de las probabilidades, la que nos guía en una predicción.
...///...*

Esta es la tarea de la lógica. No puede decirme si mis opiniones son correctas o erróneas, porque esto no tiene significado, sino sólo si son coherentes o contradictorias. Y el cálculo de probabilidades es únicamente la lógica de nuestras convenciones prácticas, que están sujetas a un mayor o menor grado de duda.”¹⁴⁸

Sección 21

“Afirmamos que ninguna experiencia puede confirmar o contradecir el cálculo de probabilidades, insistiendo, en particular, que tal confirmación o contradicción no puede esperarse de la determinación de frecuencias. Esto puede parecer paradójico. Parecerá paradójico porque quizá se perciba, a primera vista, que entonces no es legítimo evaluar probabilidades utilizando la experiencia, experiencia que, como es conocido, generalmente consiste en la observación de frecuencias. En estadística, por ejemplo, se procede sólo de esta forma, y no podemos renunciar a esta convicción y este método.

Ciertamente, el modo de razonar por el cual está ordinariamente justificado no tiene sentido para nosotros, pero esto no impide que las conclusiones sean correctas. Generalmente, la gente argumenta de la forma que, a continuación, se expone. Existen varias hipótesis sobre la probabilidad de un cierto evento, la experiencia me muestra cuál es la más fiable, o, más generalmente, me muestra el grado de fiabilidad de cada una de ellas. En el caso particular en el que deba evaluar la probabilidad sobre la base de las frecuencias observadas, el caso por el cual, a modo de ejemplo, precisaremos el significado de esta clase de razonamiento, argumentamos como sigue.

Supongamos que una cierta clase de eventos, que llamaremos “pruebas de un mismo fenómeno”, son independientes y equiprobables; podemos hacer diferentes hipótesis sobre el valor común de sus probabilidades, y, en general, podemos suponer que es cualquier número en el intervalo (0, 1). Cada hipótesis tendrá una cierta probabilidad a priori que consideramos conocida; después de haber observado la frecuencia f tras un gran número de pruebas, las probabilidades de las hipótesis varían

¹⁴⁸ Ibid. páginas 195-197.

(conforme al teorema de Bayes) porque, a posteriori, las hipótesis que dan a p un valor próximo a f son las más fiables. Y, de este modo, p será próximo a f///...

Pero lo que es esencial en su método permanece: la atribución a p de uno u otro valor es una hipótesis en que la experiencia unida al sentido común la considerará más o menos fiable. Un evento ha ocurrido sobre la mitad de un gran número de pruebas; ¿por qué puedo predecir que ocurrirá sobre la mitad de las pruebas subsiguientes? Porque si ocurrió en casi la mitad de las pruebas, la hipótesis de que la probabilidad = 0.5 es muy probable.”

Pero el valor de la probabilidad no es un dato fáctico, no tiene significado objetivo. La frase “la probabilidad es igual a un número dado p ” no expresa un hecho, ni es verdadera ni falsa, no puede ser una hipótesis, no puede considerarse más o menos fiable. Luego, existe la condición de que los eventos sean independientes y equiprobables, que en el caso que nos ocupa llega a ser algo más difícil de lo normal, incluso aunque una extendida superficialidad no lo note.

¿Cómo debemos proceder?”¹⁴⁹

Bruno de Finetti recalca que el cálculo de probabilidad está regido por reglas de lógica deductiva incontestables. Sin embargo, las asignaciones de probabilidad a los sucesos son subjetivas, no son ni verdaderas ni falsas. Esas asignaciones no expresan hechos y, por tanto, no tienen valor objetivo.

“Muy sencillo. En el ejemplo que nos ocupa le daremos la vuelta al argumento, como sigue a continuación. Un suceso ha ocurrido casi la mitad de las veces en un gran número de pruebas; ¿por qué doy el valor 0.5 (o casi 0.5) a la probabilidad de que ocurrirá en una nueva prueba? Porque si en el pasado ocurrió sobre la mitad de un gran número de pruebas, entonces me parece que debo esperar que ocurra sobre la mitad de las veces en las pruebas subsiguientes.

¿Y por qué pienso que la frecuencia es casi estable? Esta pregunta no tiene realmente apenas sentido. O mejor, si preguntamos por una razón objetiva, una explicación filosófica, una conexión externa de causa y efecto, preguntamos por algo que carece de significado. En su lugar, tiene significado buscar el “porqué” en un sentido psicológico, introspectivo, subjetivo. Aquí, como en todas las cuestiones sobre probabilidad, puedo intentar justificar una opinión propia que me parezca más sencilla e inmediata.

En el caso de las probabilidades que son evaluadas sobre la base de las frecuencias existe un “porqué” en este sentido ...///...

Pero sin importarnos cómo esa opinión está justificada o si es inmediatamente adquirida, nos importa solamente porque es realmente nuestra opinión la que entra en el mecanismo de los argumentos que conducen a la evaluación de la probabilidad sobre la base de la experiencia. Se trata de un mecanismo muy sencillo, que se reduce a los teoremas de probabilidades compuestas. ¿Cuál es la probabilidad de un suceso E después de que la experiencia nos haya hecho conocer el complejo de circunstancias A ? Si, después de conocer la existencia del complejo A , p es la probabilidad de que ocurran E y A , y q es la probabilidad de que las circunstancias A ocurran, la probabilidad de E subordinada a la ocurrencia de la circunstancia A es p/q .

Este extremadamente elemental teorema, a pesar de las apariencias, contiene todo lo que es correcto en las argumentaciones habituales. Las complicaciones absurdas que la gente ansía introducir solo sirven para hacer incomprensibles, erróneos y sin sentido los argumentos, sin que aporten en el fondo una nueva idea.”¹⁵⁰

¹⁴⁹ Ibid. páginas 197-198.

¹⁵⁰ Ibid. páginas 198-199.

Bruno de Finetti vuelve a recalcar que lo importante es que se respeten las reglas de la lógica que, en este caso, es la tercera ley de la probabilidad. No tiene sentido, para él, que se centre el razonamiento en si la asignación de probabilidad tiene justificación objetiva en la experiencia – en la frecuencia de experimentos ya realizados - o no.

Que Bruno de Finetti no dé valor alguno objetivo a la experiencia relacionada con la generalización empírica definida por Sanguinetti como *“la generalización de un hecho repetido en la naturaleza, no siendo evidente para nosotros la conexión necesaria entre el sujeto y la propiedad”*¹⁵¹, es una consecuencia de su idea filosófica de la causalidad – que quien escribe aventura a decir que coincide con la de Hume -. Argumenta Sanguinetti que *“El fundamento de la inducción empírica es nuestro conocimiento inductivo esencial de la causalidad, del orden del mundo, de la relación naturaleza-operaciones: el obrar constante de las cosas no es casual sino que procede de su naturaleza, o de una causa extrínseca. Las variaciones a lo largo del tiempo tampoco son casuales, sino que obedecen a leyes profundas, que pertenecen igualmente a la naturaleza de las cosas. Tal fundamento no transforma la inducción empírica en esencial, pero le da una mayor inteligibilidad, acomodada a nuestro modo imperfecto y a posteriori de conocer las especies naturales; esta inteligibilidad es genérica pero rescata a las inducciones empíricas del puro ámbito numérico de las coincidencias per accidens.”*¹⁵² En una nota a pie de página a renglón seguido del párrafo recién entrecomillado, Sanguinetti afirma que *“sin una base metafísica, el problema de la inducción física es irresoluble.”*

Sanguinetti define la inducción esencial como *“el descubrimiento, realizado por el intelecto en su unión con la experiencia, de un vínculo necesario y universal entre un sujeto y una propiedad.”*¹⁵³ Se denomina también – dice Sanguinetti – “inducción abstractiva” al estar íntimamente emparentada con la abstracción. Resalta que no es un procedimiento demostrativo sino que se encuadra en la función intelectual de la mente que considera con inmediatez ciertas verdades iniciales. Mediante la abstracción, la mente puede formar conceptos, pero también juicios inmediatos como los primeros principios de la mente: el de no contradicción, el de identidad, el de tercero excluido, el todo es mayor que la parte, que todo suceso nuevo tiene una causa, u otras proposiciones esenciales muy genéricas como que el hombre es libre, que todo agente obra por un fin, que el hombre puede conocer la verdad, que mentir es esencialmente malo, que los hombre ríen, que los vivientes obran espontáneamente, etc. En estos ejemplos, lo relevante no es el número de casos, sino que se ha captado lo esencial, la verdad universal. No es una mera generalización, por eso esta clase de proposición inductiva no es colectiva sino esencial. Para que exista inducción esencial se ha de percibir que la propiedad observada en el ente afecta a su naturaleza.

En definitiva, por inducción esencial pueden captarse principios metafísicos, morales y un gran número de verdades universales.

Una concepción filosófica empirista no reconoce el valor objetivo del conocimiento mediante inducción esencial. No es extraño que para encontrar una salida al escepticismo al que conduce el inmanentismo empirista se acuda al subjetivismo utilitarista como fundamento de un comportamiento racional.

Sección 22

“Estudiemos lo que es, de hecho, el más prácticamente interesante y también el más cuidadosamente analizado problema: el de la evaluación de la probabilidad sobre la base de la frecuencia en una serie de sucesos “independientes y equiprobables” (o de pruebas de un fenómeno, como queramos llamarlo).

¹⁵¹ Sanguinetti, Lógica, página 154.

¹⁵² Sanguinetti, Lógica, páginas 156-157.

¹⁵³ Sanguinetti, Lógica, página 148.

Es fácil aislar el problema de todo aparato metafísico como “probabilidades constantes pero desconocidas”, “pruebas independientes”, “valores hipotéticos de probabilidades”, y considerarlo bajo un sentido perfectamente significativo.”¹⁵⁴ ...///...

La supuesta objetividad de las expresiones seleccionadas por Bruno de Finetti es lo que él no admite en absoluto, calificándolas de expresiones sin sentido. Las probabilidades no son entes reales sino de razón pero hay entes de razón con fundamento en la realidad y otros que no. Las probabilidades sobre sucesos reales son entes de razón fundamentados en la realidad, necesariamente.

Los entes de razón sólo tienen un ser representativo, no un ser entitativo. Una probabilidad no puede concebirse como algo real, extramental. Pertenece al género de las mediciones consistente en un proceso racional por el que se comparan cantidades discretas o continuas.

Como dice Sanguineti: “Si damos gran importancia a la repetición de los casos, no es por un mero acostumbramiento psicológico que nos lleva a esperar que mañana sucederá lo que ha sucedido tantas veces (Hume), ni porque apliquemos la categoría a priori de la causalidad (Kant). El fundamento de la inducción empírica es nuestro conocimiento inductivo esencial de la causalidad, del orden del mundo, de la relación naturaleza-operaciones: el obrar constante de las cosas no es casual, sino que procede de su naturaleza, o de una causa extrínseca; las excepciones, las variaciones a lo largo del tiempo, tampoco son casuales, sino que obedecen a leyes profundas, que pertenecen igualmente a la naturaleza de las cosas.”¹⁵⁵

Que las frecuencias puedan dotar de cierta objetividad a las probabilidades basadas en ellas sobre sucesos que se predican sólo puede entenderse si se admite la posibilidad de realizar generalizaciones fundamentadas sobre hechos repetidos, no porque se perciba la relación entre el sujeto y el predicado de forma evidente sino porque se percibe una posible relación causal que conviene investigar. Lo que primero se conoce empíricamente, más tarde puede saberse causalmente mediante una demostración a partir de principios. De todas formas, en las ciencias experimentales esas causas se conocen mediante inducción empírica. Por tanto, la certeza en las ciencias experimentales no pasará de ser una certeza física, no metafísica, como por ejemplo se consigue en las matemáticas.

Los conceptos de independencia entre experimentos repetidos o, incluso, el de experimento repetido, son idealizaciones a las que el método científico de conocimiento de la realidad intenta aproximarse mediante el denominado proceso de objetivación. Su grado de aproximación depende de la perfección alcanzable en ese proceso, que se adapta a cada aspecto estudiado por una ciencia particular.

“A partir del uso habitual de la noción sin significado, conceptualmente, de “sucesos independientes con probabilidad constante pero desconocida”, resulta claro que somos capaces de deducir de ello que, si hacemos n pruebas y m tienen resultados favorables, todas las formas posibles en las que podamos alternar entre ellas las pruebas favorables y desfavorables aparecen como equiprobables. ...///...

Ahora bien, esta es una condición perfectamente sensata; puede muy bien ocurrir que mi opinión consista en pensar que esas secuencias son equiprobables. Además, es también una condición significativa y prácticamente interesante. Esto se demuestra por el hecho de, con frecuencia, se consideran clases de sucesos que son “independientes y con probabilidades constantes pero desconocidas”, las cuales, correspondiéndose con una intuición fundamentada, obscuramente y mal expresada, no son otra cosa que clases de eventos para los que nuestros juicios de probabilidad satisfacen esas condiciones.

¹⁵⁴ Ibid. páginas 199-200.

¹⁵⁵ Sanguineti, Lógica, página 156.

Y de hecho, eso basta para la deducción de toda la teoría de probabilidades a posteriori de una forma impecablemente rigurosa. ...///...

La hipótesis, o mejor, la condición que constituye nuestro punto de partida, es en cambio muy clara y simple. De ella se siguen todas las conclusiones de la teoría ordinaria de las probabilidades a posteriori, y particularmente aquellas que permiten a la probabilidad ser evaluada sobre la base de la frecuencia. No está fuera de lugar repetir que su tarea es la siguiente: demostrar que nuestra disposición mental para esperar que la frecuencia futura no diferirá mucho de la pasada – a menos que el hecho del que hayamos obtenido esa frecuencia nos parezca, a priori, improbable y excepcional – está justificada en tanto en cuanto tenga sentido preguntarse por una justificación, y se explica en tanto en cuanto tenga sentido pedir una explicación, si sentimos que nos encontramos en el siguiente estado mental: el de juzgar dos secuencias de pruebas que difieren solo en el orden como equiprobables.”¹⁵⁶

Aunque Bruno de Finetti demuestra brillantemente que partiendo de la propiedad lógica que denomina intercambiabilidad se desarrollan todas las leyes de la probabilidad de la teoría clásica, su propuesta de que la inducción estadística basada en la frecuencia por repetición de un fenómeno o ligada al concepto de límite sólo tiene una explicación plausible subjetiva, es decir, puramente lógica, no es meramente matemática sino filosófica.

Bruno de Finetti niega todo valor real al concepto de probabilidad pero la radicalidad de su subjetivismo y de su relativismo son consecuencia de su forma de entender el conocimiento. Identifica, por un lado, el determinismo científico con el realismo, negando la posibilidad del principio de causalidad y se adscribe al empirismo más radical en sintonía con Hume negando la posibilidad de acceder a la realidad a través de la inducción empírica.

Encuentra en el escepticismo de Hume una salida acogiéndose al utilitarismo que le proporciona su concepto de probabilidad subjetiva. La argumentación lógica de su teoría de la probabilidad ha sido reconocida en todos los campos de la ciencia como una aportación teórica de enorme trascendencia práctica. Sin embargo, en opinión de este autor no es necesario adscribirse al subjetivismo filosófico del que hace gala para defender su concepto de probabilidad subjetiva y aprovecharse de la indudable riqueza científica de su pensamiento.

Sección 23

“Debemos resaltar un hecho que fue correctamente apuntado por Poincaré y muchos otros después de él. En el caso que hemos estudiado, la conclusión es casi independiente de la opinión inicial. Cualquiera que fuere la opinión inicial (probabilidad a priori) – excepto para una restricción genérica – después de muchas pruebas nuestro estado mental está completamente determinado por la frecuencia. De los dos factores, la opinión inicial y la experiencia, el segundo va incrementando su influencia y termina llegando a ser decisivo a medida que crece el número de pruebas.

Hay otros casos importantes de esta clase, en los que la conclusión, es decir, la evaluación de una probabilidad que nos interesa en la práctica, y que depende de una opinión inicial, después de la oportuna consideración se convierte en casi independiente de nuestra opinión inicial. ...///...

Naturalmente, algunos han visto en este hecho un método para otorgar un valor objetivo a la probabilidad. Pero se entiende inmediatamente, después de lo que he dicho repetidamente, que este criterio, también, no puede tener una función diferente a los otros: deducir la evaluación de una probabilidad en un caso complejo a partir de evaluaciones relativas a casos más simples, y llegar a una conclusión cuantitativamente bastante precisa empezando por evaluaciones meramente cualitativas.

¹⁵⁶ Ibid. páginas 200-201.

Este es el carácter de todos los métodos útiles en las ciencias empíricas: evitar la medición directa de una magnitud que puede obtenerse más fácilmente indirectamente, y determinarla con la precisión mayor posible, o, al menos, con no menor precisión, que la que caracteriza a los datos iniciales.”¹⁵⁷

Sección 24

“Lo que puede y debe preguntarse es si, siendo la probabilidad únicamente nuestra sensación puramente psicológica, es legítimo medirla y sujetarla a tratamiento matemático. Ya he dicho que, dentro completamente de la concepción subjetivista, podemos establecer criterios adecuados para medir probabilidades mediante números y demostrar que se combinan de acuerdo con los bien conocidos teoremas clásicos, pero es obvio que, cualquiera que sea la propiedad que usemos para este propósito, se presupone que nuestro estado de ánimo está determinado con una precisión que nos permitirá alcanzarlo provechosamente. Sin que nos importe cómo demostremos el teorema de la probabilidad total, emergerá que si el esquema de casos equiprobables puede aplicarse (desde luego, “igualmente probable” en el sentido subjetivo), la probabilidad de un suceso es la relación entre casos favorables y casos posibles. ...///...

¿Qué es más probable, que llueva mañana o que la Roma gane el Campeonato de fútbol el año próximo? ...///...

Recuerde – si todavía hay alguna necesidad de recordarlo – que la probabilidad tiene únicamente valor subjetivo, y sólo nos preguntamos cuál de esos sucesos puede esperarse con mayor confianza. No es un problema filosófico, no se nos pide que justifiquemos una opinión, cualquiera que esta sea. Pero incluso desde este punto de vista, en el cual todas las dificultades pseudo-metafísicas son automáticamente eliminadas, es difícil responder: difícil porque nuestra propia opinión está generalmente determinada con un grado de aproximación muy burdo, de forma que unas pocas graduaciones como lo máximo, mucho, suficiente, poco, lo mínimo probablemente parezcan suficientes para expresarla de una forma que no puede ser más precisa.”¹⁵⁸ ...///...

Sección 25

“Desde este punto de vista, el cálculo de probabilidades es realmente análogo a la ciencia experimental. La analogía no es ilusoria como en el caso de las frecuencias, sino plena y correcta.

En las ciencias experimentales, un mundo ficticio en el que las cantidades tienen valores exactamente determinables es sustituido por el mundo de las sensaciones; en el cálculo de las probabilidades sustituyo mi propio estado mental vago e impreciso por el de un individuo ficticio que no conoce la incertidumbre al juzgar su grado de confianza. ...///...

Mi posición, empíricamente hablando, no está representada por un punto, sino por una región del espacio; ...///...

Pero resaltemos, resumidamente, cuál es la tarea del cálculo de probabilidad. Es la de estudiar las constricciones, las relaciones, las interdependencias que deben subsistir entre varios sucesos: todas estas condiciones determinan el conjunto de perspectivas posibles, entre las cuales el instinto es libre para elegir. ...///...

La teoría nos da un arma infalible para tratar con casos idealizados. Para hacer una aplicación debemos idealizar un caso práctico. Tal idealización puede tener un cierto grado de arbitrariedad y debe observarse si la conclusión depende o no de lo que es en ella arbitrario.”¹⁵⁹

¹⁵⁷ Ibid. páginas 201-202.

¹⁵⁸ Ibid. páginas 202-203.

¹⁵⁹ Ibid. páginas 204-206.

El cálculo de probabilidad que concibe Bruno de Finetti prescinde de la realidad, sin embargo, las constricciones, relaciones e interdependencias de las que habla, en la resolución de problemas reales, no son meras especulaciones mentales. La matemática recurre a idealizaciones cuya lógica interna es deductiva, pero la aplicación de las matemáticas para resolver problemas reales, como los problemas que intenta resolver la física, necesita las fuentes de conocimiento de las que se vale un físico para ejercitar su ciencia.

La combinación de las matemáticas y la experimentación permite obtener medidas y relacionarlas entre sí. Así se consiguen formular relaciones precisas entre determinadas magnitudes, hacer cálculos para obtener unas relaciones a partir de otras, establecer previsiones acerca de lo que sucederá en determinadas condiciones, y comprobar la exactitud de esas relaciones provisionales. Hacer predicciones es inherente a la actividad científica experimental y para ello se vale de la teoría de la probabilidad.

La probabilidad permite comparar grados de confianza sobre la ocurrencia de sucesos y los grados de confianza tienen una naturaleza psicológica, pero son fruto de una actividad cognoscitiva en la que intervienen las facultades sensibles y la inteligencia. La inteligencia actúa mediante la simple aprehensión (generación de conceptos), la formulación de juicios – entre ellos los de probabilidad – y el raciocinio – necesario para formular juicios de probabilidad en casos concretos -. Aunque el cálculo probabilístico pertenezca a las matemáticas, es decir, se trate de un razonamiento basado en una lógica deductiva, para aplicarlo a la realidad necesita de la lógica inductiva propia de la ciencia experimental, así como de sus métodos. En cualquier caso, cualquier conocimiento que el ser humano pueda obtener tiene su origen en las facultades de conocimiento sensible. Esta afirmación propia del realismo moderado subraya la necesaria conexión entre cualquier juicio proposicional que el ser humano puede hacer, inclusive el probabilístico, y la realidad, en último término. El carácter no contradictorio de una proposición no garantiza, por sí mismo, que esa proposición sea posible fuera de la mente, pero esa proposición no sería posible en la mente sin el fundamento último de la capacidad del ser humano de conocer la realidad a través de sus sentidos y de abstraer las esencias de las cosas con su inteligencia, es decir, conocer qué son, porque sólo así es posible el pensamiento.

Sección 26

“En el cálculo de probabilidades observamos una circunstancia claramente desfavorable y otra claramente favorable. Medir directamente una sensación psicológica y subjetiva es ciertamente un problema vagamente determinado, mucho más vago que medir una magnitud física. No niego que unas pocas graduaciones inciertas serían suficientes en muchos casos: el uso que hacemos de ellas en el lenguaje hablado lo demuestra.

Pero, afortunadamente, hay una circunstancia favorable que no se encuentra en ninguna otra ciencia experimental: el algoritmo del cálculo de probabilidades nos permite mejorar la imprecisión de forma sorprendente, deduciendo prácticamente consecuencias precisas a partir de premisas aproximadas cualitativas o burdas.

Es lo contrario a lo que generalmente ocurre: generalmente, los errores se suman, se multiplican, y llegan a ser gigantescos, y debemos comenzar con mediciones muy exactas para lograr condiciones fiables. Si fuera esto lo que ocurriera en el cálculo de probabilidades, no se perdería nada como teoría, pero no tendría sentido en la práctica una evaluación numérica o un cálculo aritmético, excepto como una curiosidad o como un ejemplo.”¹⁶⁰ ...///...

¹⁶⁰ Ibid. página 206.

Sección 27

“...///... La relación entre un juicio de probabilidad y una predicción de una frecuencia facilita, en un gran número de problemas, hacer nuestros juicios numéricamente precisos. Y este es el caso en el que se encuadran casi todas las aplicaciones estadísticas.

Por otra parte, los algoritmos que satisfacen las necesidades más esenciales del cálculo de probabilidades no permiten, en general, alcanzar conclusiones notablemente precisas a partir de premisas aproximadas, o de premisas que satisfacen sólo restricciones genéricas. ...///...

Para el resto, si es verdad que se han escrito libros y libros sobre el cálculo de probabilidades y que muchos problemas han sido matemáticamente tratados, esto significa que el tratamiento matemático se ha encontrado útil en muchos casos. ...///... Aquellos que los hicieron pensaban que la probabilidad tenía un valor objetivo, que nosotros negamos. Pero aquella gente defendió esa opinión, y debemos pensar que era bastante espontánea y que estaba enraizada en sus mentes si le otorgaban un valor objetivo. Y esto basta para mostrar que uno puede defender opiniones – naturalmente, como todas las opiniones, subjetivas – en las que pueda parecer útil aplicar el cálculo de probabilidades, con todo su rigor, como una construcción matemática impecable.

No necesitamos rechazar nada de lo que se ha hecho en el pasado. La adopción del nuevo punto de vista sólo conduce a hacer conceptualmente más preciso el significado del método y las sucesivas deducciones, reconociendo su valor esencial y puramente subjetivo.

También, las definiciones usuales preservan su valor práctico, la basada en el cómputo de casos y la inspirada en la determinación empírica de frecuencias, así como cualquier otra que haya sido o pueda ser imaginada. Pero ellas ya no son definiciones en adelante: son sólo criterios que nos ayudan en la evaluación empírica de ciertas probabilidades.

Serán utilizables o no, dependiendo del caso, y en algunos casos con más ventaja y potencia que en otros. No pueden tomarse como definiciones porque no podemos comprenderlas antes de saber qué es la probabilidad, porque no clarifican su valor psicológico, y porque, independientemente de cualquier razón conceptual, siempre tienen un campo de aplicación restrictivo.”¹⁶¹

El concepto de probabilidad subjetiva de Bruno de Finetti excluye toda conexión con la realidad en su uso. El juicio de probabilidad sobre la ocurrencia de un suceso real no puede desvincularse por completo de la realidad. Como medida del grado de confianza en la ocurrencia de un suceso, necesita relacionar el pensamiento con la realidad. Sólo las filosofías inmanentistas desconectan esos extremos en un juicio de la inteligencia porque confunden pensamiento y realidad. Conllevan, en última instancia, la negación de que seamos capaces de conocer la realidad tal y como es, conformándonos con conocerla a nuestro modo. Así, lo que cabe esperar de la actividad cognoscitiva humana – también de la probabilística – es garantizar un pensamiento coherente.

Desde una perspectiva filosófica realista, el uso de la frecuencia en la inferencia estadística puede fundamentarse en cómo se entiende la inducción empírica desde esa corriente filosófica. Desde esa perspectiva, la frecuencia tiene fundamentación objetiva, es decir, es un ente de razón con fundamento en la realidad, pero eso no quiere decir que la probabilidad también la tenga en igual manera porque se identifique el concepto de frecuencia con el concepto de probabilidad. La igualdad numérica entre frecuencia y probabilidad en un caso concreto no implica igualdad conceptual.

¹⁶¹ Ibid. páginas 208-209.

Sección 28

“...///... Una idea que – de acuerdo con las concepciones usuales - se deriva del punto de vista de que la probabilidad tiene un significado objetivo, es la de que una evaluación de probabilidad puede tener un valor mayor en ciertos casos que en otros.

Por ejemplo, si sacamos una bola blanca de una urna que contiene la mitad de sus bolas blancas y la otra mitad negras (con la hipótesis usual, que presuponemos, de igual probabilidad subjetiva para las distintas bolas) su probabilidad es = 0.5; si la urna contiene bolas de los dos colores en proporción 1 a 2, pero no sabemos si las bolas blancas o las negras son el doble que las otras, y las dos hipótesis son equiprobables, la probabilidad será aún 0.5 ...///...

Pero en el primer caso, cuando sabemos que la mitad de las bolas son blancas, la afirmación de que la probabilidad = 0.5 parece tener un mayor valor. Naturalmente, no será un valor más objetivo, dado que la objetividad no puede darse nunca; el valor subjetivo, al expresar que tengo la misma incertidumbre entre las bolas blancas y negras, no expresa nada más en este caso que en otros; pero sentimos una diferencia entre los casos, y tenemos un sentimiento intuitivo demasiado fuerte que nos lleva a pensar en él como un prejuicio metafísico sin sentido y artificial. ¿Cómo resolveremos esta aparente contradicción?

Podemos fácil y firmemente indicar el procedimiento: basta analizar cómo nuestro estado de ánimo difiere en los dos casos. ¿En qué difiere? Difiere en lo que podríamos llamar su estabilidad. El efectivo estado de ánimo, considerado en sí mismo, es realmente el mismo, y, analizándolo como podemos, no encontraremos diferencia. Pero nuestro estado de ánimo difiere si aumentamos el análisis incluyendo nuestro estado de ánimo en relación con otros sucesos, de los cuales puede o no ser independiente y por los cuales, consecuentemente, se modificará o no si ellos ocurren, o si aprendemos de su ocurrencia.

Así, si no conozco la composición de una urna, la probabilidad de sacar una bola blanca es el valor probable p del porcentaje de bolas blancas, y esta afirmación tiene el mismo valor intrínseco y el mismo significado que tendría si conociera la composición de la urna y supiera que el porcentaje es igual a p .

Pero hay muchas circunstancias en las que nuestro juicio de probabilidad es independiente en este caso, mientras que fue dependiente de ellas en los otros casos. En el caso de que la composición sea desconocida, mi estado mental puede estar influenciado por el aprendizaje de los resultados de anteriores extracciones, por noticias o rumores más o menos fiables que quizá obtuvimos sobre la forma en que se rellenó la urna, por la impresión visual que hayamos obtenido tras mirar en su interior, y por otras circunstancias que podrían aportarnos información o pistas que quizá incrementen o disminuyan mis dudas sobre el desconocimiento que tengo de su composición. Mientras que si la composición es conocida, ninguna de tales circunstancias pueden hacérmela conocer mejor.

Pero no debemos decir que en este caso el juicio es estable, y que tiene un valor objetivo. La estabilidad es siempre relativa, porque hay siempre circunstancias que desconozco, que si las conociera, modificarían mi estado de ánimo. ...///... Pero es obvio que para excluir la existencia de circunstancias desconocidas, tendría que conocer todo, y entonces también conocería si el suceso en cuestión sucedió o no, o, respectivamente, si ocurrirá o no. Y entonces no podríamos hablar de probabilidad: no podríamos medir grados de duda que no existen.

Para sentir una sensación de incertidumbre, y, de este modo, hablar de probabilidad, se necesita ser ignorante de algo. Aquí podemos distinguir, en relación a mi estado mental, circunstancias conocidas y desconocidas; esto ya lo sabíamos. Pero entre las circunstancias desconocidas es necesaria una nueva distinción – y esta es la nueva conclusión a la que queremos llegar. Para plenamente analizar

nuestro estado mental sobre un suceso, debemos distinguir entre las circunstancias desconocidas aquellas de las que mi estado de ánimo no es independiente. En esto es lo que consiste la estabilidad para esa opinión: en la mayor o menor extensión, importancia y accesibilidad de las circunstancias, cuyo conocimiento de las cuales podría modificar esa opinión.

No es del todo inútil resaltar el significado puramente subjetivo de esta distinción. Que dos sucesos sean juzgados por mí como independientes significa, ni más ni menos, que esto: que la probabilidad que mi estado de ánimo atribuye a su concurrencia (producto lógico) es el producto de las probabilidades que mi estado de ánimo atribuye a los dos eventos.”¹⁶²

Este número de sección del artículo de Bruno de Finetti deja meridianamente claro que la certeza es un estado mental que deja al margen de su concepto de probabilidad. También que al hablar de grado de duda que alguien puede tener, identifica duda con incertidumbre.

La certeza no puede quedar al margen del concepto de probabilidad. El concepto de incertidumbre no tiene sentido, por sí mismo, sin el concepto de certeza. Aunque se trate de un concepto vinculado a un acto de la inteligencia, al acto de juzgar, esencialmente inmaterial, su ser entitativo es el de la persona que actúa por medio de su inteligencia. Sólo entendiendo ese acto como esencialmente vinculado a una facultad humana con capacidad de captar la realidad de las cosas y de percibir que las entiende, bien por evidencia sensible, bien por evidencia intelectual, puede hablarse de certeza: ese estado de la mente al que tiende la facultad del entendimiento. Cuando la mente percibe falta de evidencia al asentir el juicio, en la correspondencia entre lo pensado y lo conocido – que puede, a su vez, ser algo también pensado o extramental -, aparece ese sentimiento de temor a equivocarse que denominamos incertidumbre y que ligamos al concepto de probabilidad. Lo que no podemos hacer es considerar que la certeza no esté tan ligada al juicio como la incertidumbre. Ambos son estados de la mente que pueden aparecer en todo juicio. Y como estados de la mente que son, son esencialmente subjetivos.

Cuando decimos que la probabilidad de un evento es uno, lo que decimos es que, para nosotros, es un suceso seguro. Nuestra mente asiente el juicio, percibiendo certeza, ante la evidencia del objeto conocido o del razonamiento realizado y le asignamos probabilidad uno – si se trata de un caso de certeza positiva – o cero – si se trata de un caso de certeza negativa -. Pero aunque tengamos certeza, no podemos asegurar que no podamos errar. La evidencia sensible no es infalible, al igual que la intelectual.

El ejemplo que describe Bruno de Finetti en el que evidencia una falta de rigor lógico en el razonamiento que induce a confusión, es un caso de evidencia intelectual falsa.

Sección 29

“...///... Estamos hablando sobre el valor práctico y aproximado que un método puede tener que se desarrolla “como si” alguien fuera a razonar así.

Para fijar ideas, utilicemos la clase de ejemplo más simple, que, a su vez, pueda representar a todos los demás. Juego a cara y cruz. Hago la hipótesis de que, en cada prueba, e independientemente de las otras, las dos alternativas son equiprobables. Pero si la frecuencia favorece excesivamente a “cara”, más tarde o temprano admitiré que la moneda es imperfecta, que la probabilidad de salir “cara” es mayor, que la “hipótesis” es “errónea”.

Esto, evidentemente, no tiene significado en absoluto, ni puede llegar a tenerlo si lo afirmamos de forma subjetiva. En otra parte fue suficiente decir esto; pero aquí, además de no tener sentido, existe una contradicción. Que una simple prueba, e independientemente de los resultados de las otras, las

¹⁶² Ibid. páginas 209-211.

dos alternativas sean siempre equiprobables, es un juicio que refleja un estado mental que puede sentirse o no, pero no un hecho que pueda llamar verdadero o falso, y no puede considerarse una hipótesis que se somete a verificación experimental.

Si la acepto, es decir, si la siento, si la encuentro conforme a mi estado mental, no puedo también aceptar que la modificaré si aparece "cara" con excesiva alta frecuencia: es exactamente el estado mental el que me sugeriría esta modificación que yo niego y excluyo de mí mismo, cuando digo que, para mí, las diferentes pruebas son independientes. Si los resultados de las pruebas precedentes pueden modificar mi opinión, son para mí dependientes y no independientes.

Obviamente. Se sigue inmediatamente (si una fórmula puede posteriormente clarificar este hecho ya obvio) que, en el caso de pruebas independientes, incluso si la frecuencia de salir "cara" en las primeras n pruebas es excepcionalmente alta o baja, la probabilidad de la prueba $(n + 1)$ -ésima será todavía 0.5, porque cualquiera que fuere el número m de repeticiones de salir "cara" hasta ese momento, y cualquiera que fuere el orden de ocurrencia, siempre ocurre que:

$$\frac{p^{m+1}(1-p)^{n-m}}{p^m(1-p)^{n-m}} = p.$$

Si admito la posibilidad de modificar mi juicio de probabilidad en respuesta a la observación de frecuencias, eso quiere decir que – por definición- mi juicio de probabilidad de una prueba no es independiente de los resultados de las otras, y así realmente debería utilizar para la representación de mi estado mental la teoría general de los fenómenos aleatorios de la que he hablado en la Sección 22. La probabilidad de obtener "cara" en la prueba $(n + 1)$ -ésima dependerá de la frecuencia de que salga "cara" en las n precedentes pruebas, de acuerdo con el teorema de Bayes.

En la práctica utilizamos, no esta teoría, sino el esquema intrínsecamente contradictorio citado arriba.

¿Por qué?

Porque un método exacto requiere un análisis exacto de nuestro estado mental, y en muchos casos no merece la pena la molestia. En muchos casos: pero debemos apreciar cuándo, por qué y hasta qué punto podemos ignorarlo. En el juego de cara y cruz, si la moneda parece anormal, estoy casi seguro que en muchas pruebas los dos lados aparecerían con prácticamente la misma frecuencia. Si no ocurre, siento que quiero modificar mi juicio, y esto demuestra que mi estado mental no es el que considera todas las pruebas independientes y equiprobables. Eso significa, como se seguiría de la teoría de los fenómenos aleatorios, que estoy un poco menos seguro de la igualdad de las frecuencias. Supongamos que la frecuencia de salir "cara" y "cruz" en las primeras n pruebas son casi la misma. Bajo esa hipótesis, se sigue que para un único valor de la frecuencia, la probabilidad a posteriori de la prueba $(n + 1)$ -ésima es siempre 0.5, es decir, cerca del valor que uno obtiene del esquema de las pruebas independientes y equiprobables. Eso significa que los valores proporcionados por ese esquema se corresponden con una aproximación suficiente a mi estado de ánimo en cualquier momento en el que la frecuencia se encuentre dentro de ciertos límites, y que la posibilidad de que la frecuencia salga de esos límites, más allá de que la aproximación se considere insuficiente, no parece algo de lo que preocuparse. En la coexistencia de esas dos circunstancias se encuentra el completo valor empírico de los dos esquemas precedentes.

Es matemáticamente absurdo tratar la probabilidad como independiente de los resultados de las pruebas, y así suponiendo que siempre se juzga constante, hasta el punto en el que no se es capaz de "atribuir a la suerte" una excesiva diferencia en la frecuencia, uno se ve obligado a modificar abruptamente el propio juicio.

Tal modificación no puede ocurrir instantáneamente, sino que será la suma de modificaciones insensibles que ocurrirán en respuesta a cada una de las pruebas. Así uno desprecia las pequeñas modificaciones hasta el punto en que ya no sean despreciables. Y la importancia práctica del método consiste en esto: que nos permite evaluar nuestros estados de ánimo a una buena aproximación – abstrayéndonos de los subordinados a alguna eventualidad de la que no nos preocupamos, empezando por simples evaluaciones cualitativas y utilizando incluso un algoritmo más simple.

Podemos despreciar la parte más delicada del juicio, que es aquella en que las probabilidades dependen en los casos excepcionales, y en la que no resulta suficientemente interesante profundizar, hasta que tales casos excepcionales aparezcan.”¹⁶³

Bruno de Finetti describe bien cómo resuelve el uso de la frecuencia en una perspectiva subjetivista como la suya. La falta de sentido del planteamiento clásico queda reflejada en la fórmula expuesta como exponente de una realidad que pudiera o no verificarse. Además, califica de contradictorio el razonamiento clásico al subrayar que no puede defenderse la asunción de independencia entre pruebas repetidas y, al mismo tiempo, aceptar que los resultados previos puedan condicionar los futuros, aspecto que sí tiene en cuenta el teorema de Bayes.

La lógica del razonamiento de Bruno de Finetti es irrefutable. Sin embargo, lo que está fuera de una argumentación meramente lógica en su razonamiento es su juicio filosófico sobre el planteamiento clásico del problema analizado, en el que percibe la influencia del determinismo científico racionalista y el empirismo. Si se considera que la fórmula sintetiza una hipótesis que quiere verificarse y que representa una ley existente en la realidad - una realidad que no admite la contingencia, es decir, la existencia de la no necesidad en su seno -, cualquier infracción empírica de esa ley mostraría su falsedad.

Bruno de Finetti encuentra en su subjetivismo y en su relativismo la posibilidad de salvaguardar su concepción filosófica inmanentista del conocimiento y, al mismo tiempo, escapar del escepticismo de Hume.

Sin embargo, la admisión del teorema de Bayes en el problema que plantea como método de lógica inductiva para resolver acertadamente ese problema práctico no es incompatible, en absoluto, con una concepción filosófica realista moderada, para la que la realidad no se confunde con el pensamiento y en la que percibe coexistencia de necesidad y contingencia.

Sección 30

“Dad al César lo que es del César”: esto es lo que me inspiró en la discusión que acabo de finalizar. Dad a la lógica lo que pertenece a la lógica, y reconoced el carácter subjetivo a lo que es subjetivo.

¿Cuál es mi posición? Yo soy – ¡en verdad! – un lógico-matemático que declina argumentar si no es impecablemente, un cruel depreciador que elimina todo lo que no resista las más refinadas críticas.

¿Es absurdo, locura, aplicar tales pretensiones a cuestiones prácticas?

Sería así si quisiera explicar todo a través de la lógica, si quisiera que los conceptos prácticos tuvieran significados precisos como los que creo con definiciones nominales, si quisiera rechazar como falto de valor lógico todo lo que no es objetivo. Si hiciera eso, sólo podría hablar de verdades matemáticas, que son puras tautologías, y todos los razonamientos, juicios y sensaciones que me encontrara en la vida no tendrían valor alguno para mí. Pero esto no es así. No quiero disminuir la importancia de lo que es extralógico: afirmo sólo la necesidad de ser conscientes, en cada argumentación, de lo que es lógico, de lo que tiene valor empírico, de lo que tiene un valor puramente subjetivo.

¹⁶³ Ibid. páginas 211-213.

Lo que es lógico es exacto, pero no dice nada. La lógica formal sólo nos enseña a evitar una contradicción intrínseca en nuestras opiniones, en eso nos permite reconocer la identidad de la misma opinión cuando se expresa de diversas formas.

Fuera de la lógica no existen verdades sino opiniones, cuyo valor es justamente el de ser sentidos realmente como opiniones. Para imaginar que se corresponden con una "realidad externa", debemos primeramente inventar la "realidad externa", imaginar un modelo físico-matemático (espacio, tiempo, materia, energía) con el que representar y externalizar nuestras impresiones.

Esto es útil en muchos casos, y esta es la razón por la que usamos este artificio en la Sección 5, dándole un oportuno significado, como una convención libre, al término "realidad empírica". Con esa definición nos asentamos, tácitamente, sobre la comprensión del valor subjetivo, y por ende abstrayéndolo, de todas nuestras impresiones normalmente interpretadas como "sensaciones de hechos brutos".

Es decir, encontramos útil ser capaces de decir, elípticamente: "El lápiz existe, es rojo, es de madera", comprendiendo tácitamente el sujeto "Yo", donde la frase completa sería "Siento esta sensación particular de ver, tocar, ... que caracterizo con las palabras 'rojo', 'madera'." Esto es realmente muy conveniente, de forma tal que ninguna dificultad lógico-práctica se deriva del hecho de que, a través de habituarse durante largo tiempo con estas formas elípticas, acabamos olvidando o incluso negando su carácter de abreviaciones elípticas, viendo en ellas una especial de "verdad", que es independiente de nosotros, de nuestras sensaciones, de nuestro pensamiento.¹⁶⁴ ...///...

Externalizar una de nuestras impresiones significa petrificarla. Dejar tácito el sujeto "Yo" es renunciar al examen de la función de mi pensamiento. Todo esto está muy bien con respecto a los "hechos brutos", porque en las impresiones que llamo "sensaciones de hechos brutos", mi conciencia sólo interviene pasivamente. Si, por el contrario, interviene activamente, externalizar una impresión significa mutilarla.

Es así por la idea de causa."¹⁶⁵

Esta Sección es netamente filosófica. La lógica filosófica de Bruno de Finetti está apoyada en una filosofía empirista fuertemente escéptica. La desconexión radical que describe entre el orden real y el lógico, entre la realidad y el pensamiento, sólo puede entenderse desde una teoría del conocimiento inmanentista. El concepto de "existencia", como manifestación fáctica de un mundo exterior al pensamiento, en esa concepción filosófica, carece de sentido, porque la realidad es el pensamiento y, por tanto, pura imaginación.

"...///... Es fruto de mi estado mental, del que no puedo separarlo sin su fulminación y pérdida de todo significado. Puedo observar relaciones de sucesión que son más o menos constantes, quizá sorprendentemente constantes, pero mientras sea un espectador pasivo de mis sensaciones no tengo razón alguna para dar importancia a esas relaciones de sucesión, o incluso pensar que se repetirán en el futuro. La idea de causa presupone la intervención activa de mi mente, y no puedo pensar en atribuir a esas imágenes de mis sensaciones lo que inventé introduciendo un modelo físico-matemático y llamándolo "mundo externo". ...///...

Es útil en la práctica olvidar el valor subjetivo de nuestras sensaciones y proyectarlas en una ventana externa a nosotros mismos, porque puede ser útil para comprender el sujeto "Yo" tácitamente cuando tiene parte pasiva, sería dañino olvidar el valor subjetivo de nuestras opiniones, y proyectarlas en la ventana externa de la "verdad absoluta". Porque nuestras opiniones son nuestras, conscientemente

¹⁶⁴ "Consecuentemente, no es necesario, en absoluto, compartir mis ideas sobre el significado subjetivo de "realidad empírica" para aceptar que se relaciona con la probabilidad, que es lo que aquí importa. Pero, desde luego, la concepción integral permite una euritmia más completa." (Ibid. página 222, fn. 37).

¹⁶⁵ Ibid. páginas 213-215.

nuestras, activamente nuestras, a las que les damos vida, significado, existencia. Si interpreto mis opiniones como “verdades externas”, abandono el control de ellas, construyo una barrera absurda entre mi mente y mis pensamientos, haciendo sus significados incomprensibles para mí, su creador.”
166

No puede describirse más plásticamente qué significa que la realidad sea un producto de la razón.

“Hay, en realidad, un segundo paso. Hay relaciones de sucesión que son tan constantes, fijas, universalmente consideradas dignas de atención, que son universalmente sentidas como relaciones causales, y en el sentido más rígido, es decir, relaciones que nos dan la práctica certeza, “leyes” que aparecen ante nosotros como casi “necesarias” En la práctica podemos casi siempre olvidar el significado subjetivo de tales relaciones causales. En lugar de decir “Tengo la certeza” de que un hecho particular va a ocurrir, puedo decir, sin malas consecuencias, que “debe” ocurrir.”¹⁶⁷ ...///...

La reducción de la causalidad al modo en que Hume la entendía y el empirismo escéptico que se trasluce al rechazar enérgicamente todo planteamiento determinista racionalista explican estas frases de Bruno de Finetti. Las relaciones causales pueden ser externas (ajenas a la mente del observador), internas, interna-externas y externo-internas. Aunque todas esas relaciones las capta una inteligencia inherente a un yo existente, sin las facultades de conocimiento sensibles la inteligencia sería incapaz de detectarlas. Sin el acceso de nuestras facultades de conocimiento al mundo exterior no seríamos capaces de pensar. Reducir la causalidad a una idea, algo meramente imaginado, es una buena forma de sintetizar en qué consiste el inmanentismo.

Sección 31

“...///... Entre necesidad y probabilidad, entre causalidad y aleatoriedad, ¿dónde se dibuja la frontera?”¹⁶⁸ ...///...

Bruno de Finetti, de acuerdo con su posición filosófica sobre la teoría del conocimiento, ve en esos términos contradicción. En el realismo moderado, la necesidad y la contingencia pertenecen al mundo real y sobre los sucesos de cada uno de ellos se asignan probabilidades. En este último sentido, no hay frontera. Además, hay causalidad necesaria y causalidad contingente. Al igual que en el caso anterior pueden asignarse probabilidades a sucesos incardinados en cada uno de esos grupos. Tampoco hay frontera.

La ausencia de determinismo en teorías científicas apoyadas en leyes inferenciales estadísticas que propugna Bruno de Finetti es hábilmente contrarrestada por Juan Arana en su obra “Los sótanos del universo” (Arana, 2012). Las leyes estadísticas no dejan de ser tales y, por consiguiente, entrañan una cierta necesidad que no equivale a contingencia. Para Bruno de Finetti, las leyes físico-químicas que se apoyan en postulados estadísticos propugnan un cambio de paradigma en la ciencia más cercano a su posición.

Por otro lado, Bruno de Finetti ve un acercamiento de la ciencia de sus días hacia sus planteamientos en la relatividad. Aunque Einstein no se separó del determinismo, en el uso de ese término Bruno de Finetti entiende que emerge el pensamiento relativista.

Sección 32

Bruno de Finetti alaba el pensamiento de Tilgher, que es el que le inspira desde un punto de vista estrictamente filosófico. Reconoce que para él el concepto de verdad es incomprensible y califica este pensamiento como “el hecho esencial”.

¹⁶⁶ Ibid. página 215.

¹⁶⁷ Ibid. página 215.

¹⁶⁸ Ibid. página 216.

“Para la lógica matemática (C. Burali Forti: 1919, Logica Matematica, 2nd ed., Hoepli, Milano) (en particular: la teoría de la definición nominal) ya la crítica positivista del mundo empírico (E. Mach: 1883, Die Mechanik in ihrer Entwicklung, Leipzig) – en la que encontré muchas cosas conforme a mis ideas, y que, por consiguiente, contribuyó grandemente a su desarrollo – ha añadido, recientemente, una tercera y definitiva base de mi punto de vista: el probabilismo. Corrige e integra los otros dos en los puntos que no podía aceptar: aquellos en los cuales algo parecía considerarse con valor absoluto, trascendiendo el valor psicológico que tiene para mí, e independiente de ello.”¹⁶⁹

Describe así Bruno de Finetti su ideología filosófica desde la que realiza su crítica científica: el positivismo lógico. El probabilismo, con el que denomina su particular forma de entender la probabilidad bajo el positivismo lógico, es su específica aportación de ese carácter.

¹⁶⁹ Ibid. página 219.

CAPÍTULO 7: INTERPRETACIÓN BAYESIANA DE LA EVIDENCIA

7. Itinerario para comprender la interpretación bayesiana de la evidencia

El lector llega, a estas alturas, a uno de los temas más relevantes tratados en esta obra desde el punto de vista científico. Todo lo que se ha visto en los seis apartados anteriores se justifica por el peso que el bayesianismo tiene, en nuestros días, en la ciencia forense. Hasta ahora hemos abordado el concepto de la probabilidad subjetiva como grado de creencia en la ocurrencia de un suceso o veracidad de un enunciado, pero no cómo se ajustan las creencias a la luz de nueva evidencia. Precisamente ahí operan los procedimientos bayesianos. Estos procedimientos están enraizados en el teorema de Bayes, que no es sino un corolario de las tres leyes básicas de la teoría de la probabilidad. La interpretación bayesiana del Teorema de Bayes consiste en advertir que ese teorema es la clave que resuelve cómo ajustar nuestras creencias ante el advenimiento de nueva evidencia. Esta nueva evidencia es tratada en el Teorema de Bayes como cierta.

Faltaba un nuevo teorema que permitiera completar el cuadro, es decir, un teorema que pudiera resolver el problema de ajustar las creencias cuando la evidencia fuera incierta. Ese teorema lo desarrolló R. C. Jeffrey en 1983, y desde entonces lleva su nombre. Los Teoremas de Bayes y de Jeffrey se enuncian en el Anexo V de esta obra.

En este apartado vamos a ver seguir un itinerario que, con ayuda de la necesaria notación matemática, llegaremos a comprender por qué la interpretación bayesiana de la evidencia es un razonamiento coherente bajo la incertidumbre. En su transcurso utilizaremos el lenguaje propio de los expertos en estadística bayesiana, es decir, prescindiremos de las diferencias filosóficas expuestas en capítulos anteriores con idea de facilitar al lector el modo en que esos expertos expresan sus pensamientos.

Nos auxiliamos del capítulo 1 del libro de C.G.G. Aitken y Taroni (Aitken et al., 2004) y del capítulo 2 de la obra de F. Taroni et al. (Taroni, 2010), para su desarrollo.

7.1 Un estándar para medir la incertidumbre

Seguimos a Lindley (1991) en su descripción sobre cómo la probabilidad debe emplearse en el ámbito de la ciencia forense comenzando con la idea de un estándar para la incertidumbre.

Utiliza el ejemplo de una urna que contiene bolas blancas y negras. Las bolas son idénticas en los demás aspectos: tamaño, peso, textura, etc... Si sacáramos una bola de la urna a ciegas, no sería posible adivinar su color. Los dos colores de las bolas están en proporción B (bolas blancas) y N (bolas negras), de tal forma que $B + N = 1$ (expresando la proporción en tanto por uno). Por ejemplo, si hubiera 10 bolas en la urna, 4 blancas y 6 negras, $B = 0.4$ y $N = 0.6$ y resultaría que $B + N = 0.4 + 0.6 = 1$.

Movemos la urna para mezclar las bolas y sacamos una bola de la urna sin mirar. Como consecuencia de la sacudida y de la mezcla, asumimos que cada bola pudiera sacarse de forma equiprobable, independientemente del color. Tal proceso de selección, en el que cada bola puede seleccionarse de forma equiprobable, se conoce como selección aleatoria y, elegida la bola, se dice que fue aleatoriamente elegida.

La bola elegida aleatoriamente puede ser blanca (B) o negra (N). No hay otra posibilidad. La incertidumbre de B, sacar una bola blanca, se relaciona con la proporción B de bolas negras en la urna. Si B es pequeña (cercana a cero), B es improbable. Si B es grande (próxima a 1), B es probable. Una proporción cercana a 0.5, implicaría que B y N son casi equiprobables. La proporción B es la

probabilidad de obtener la bola blanca sacando una aleatoriamente de la urna. De forma similar, la proporción N es la probabilidad de obtener una bola negra sacando una aleatoriamente de la urna.

Obsérvese que en este sencillo modelo de probabilidad se utiliza una proporción. Como tal proporción, varía entre 0 y 1. Un valor de $B = 0$ ocurre si no hay bolas blancas en la urna y, por tanto, resulta imposible sacar una bola blanca de la urna. Un valor de $B = 1$ ocurre si todas las bolas de la urna son blancas. Cualquier bola elegida aleatoriamente de la urna saldrá blanca. La probabilidad de obtener una bola blanca aleatoriamente sacada de la urna en esas condiciones será 1.

Todos los valores entre los extremos 0 y 1 son posibles (considerando urnas muy grandes con muchas bolas).

Sacamos una bola aleatoriamente de la urna, ¿qué probabilidad existe de sacar una bola blanca? El suceso B es la selección de una bola blanca. Cada bola tiene la misma posibilidad de ser seleccionada. Los colores blanco y negro de las bolas están en las proporciones B y N . La proporción, de bolas blancas, se corresponde con la probabilidad de que una bola, sacada aleatoriamente, sea blanca. Se dice, entonces, que la probabilidad de sacar una bola blanca aleatoriamente de la urna es B . Se necesita alguna notación para describir la probabilidad de un suceso. La probabilidad de B , el hecho de sacar una bola blanca, se representa por $\Pr(B)$, y de forma similar $\Pr(N)$ representa la probabilidad de sacar una bola negra. Luego podemos escribir que $\Pr(B) + \Pr(N) = B + N = 1$.

Sea R el suceso incierto de que un equipo de fútbol inglés sea el campeón de la liga de campeones europea. Sea B el suceso incierto de sacar una bola blanca de la urna. Tenemos que realizar una selección entre R y B , y ha de ser éticamente neutral. Si elegimos B y sacamos una bola blanca de la urna, ganamos un premio. Si elegimos R y un equipo inglés gana la liga de campeones, ganamos el mismo premio. La proporción B de bolas blancas en la urna se conoce de antemano. Obviamente si $B = 0$, R sería la mejor opción, asumiendo, desde luego, que un equipo de fútbol de la liga inglesa tenga alguna oportunidad de ganar la liga de campeones. Si $B = 1$, entonces B es la mejor opción.

En algún lugar del intervalo $[0, 1]$ hay algún valor de B , b_0 digamos, donde la elección no importa. Sería el lugar indiferente para elegir R o B . Si elegimos B , $\Pr(B) = b_0$. En ese caso, $\Pr(R) = b_0$ también. De este modo, la incertidumbre en relación con cualquier suceso puede medirse por la probabilidad b_0 , donde b_0 es la proporción de bolas blancas que conduce a la indiferencia entre las dos opciones, la de sacar una bola blanca o el suceso incierto en cuya probabilidad estemos interesados.

Obsérvese, sin embargo, que hay una diferencia entre esas dos probabilidades.

Si contamos, la proporción de bolas blancas en la urna puede ser determinada con precisión. Probabilidades de otros sucesos como el resultado del lanzamiento de una moneda o el valor de un dado son relativamente fáciles de determinar, asumiendo algunas características físicas como que estén equilibrados. Sea H el suceso de que una moneda lanzada al aire caiga de cara. Entonces, para una moneda equilibrada, en la que el resultado - cara (H) o cruz (T) - en cualquier lanzamiento sea equiprobable, la probabilidad de que salga cara es 0.5. Sea F el suceso de que cuando se tire un dado salga un 4. Entonces, para un dado equilibrado, en el que los resultados sean equiprobables, la probabilidad de que salga el 4 es $1/6$.

Las probabilidades relacionadas con los resultados de eventos deportivos como los partidos de fútbol, carreras de relevos o de caballos, o los resultados de las sentencias de un juicio civil o criminal, son bastante diferentes por naturaleza. Puede ser difícil decidir un valor b_0 . El valor puede cambiar a medida que se acumula evidencia como los resultados de algunos partidos, la preparación o algo similar de algunos jugadores, la buena forma de los caballos, la identidad del jockey o la pista por la que va a correr. También, diferentes personas pueden otorgar diferentes valores de probabilidad a un mismo suceso. Esta clase de probabilidades se denominan probabilidades subjetivas o personales

(de Finetti (1931), Good (1959), Savage (1954) y DeGroot (1970)). Otro término es el de medida de la creencia, porque la probabilidad puede pensarse como la medida de la creencia de una persona sobre un suceso particular. A pesar de estas dificultades, los argumentos sobre la probabilidad se mantienen aún firmes. Dado un suceso incierto R , la probabilidad de R , $\Pr(R)$, se define como la proporción de bolas b_0 en la urna tal que si uno tuviera que decidir entre B (el suceso de elegir una bola blanca), donde $\Pr(B) = b_0$, y R , fuera indiferente lo que uno hubiera elegido.

Hay dificultades, pero el punto clave es que existe un estándar de probabilidad.

7.2 Sucesos

El resultado de sacar una bola de una urna sin mirar lo llamamos suceso. Si la bola es blanca, lo llamamos B . Si es negra, N . No tenemos certeza sobre cuál de los dos sucesos puede ocurrir. El grado de incertidumbre del suceso (B ó N) se mide por la proporción de bolas de cada color (B ó N) en la urna, y esta proporción recibe el nombre de probabilidad del suceso (B ó N). En general, para un suceso R , $\Pr(R)$ significa la probabilidad de que ocurra R .

Los sucesos pueden haber ocurrido en el pasado, pueden estar ocurriendo en el presente o pueden ocurrir en el futuro. Hay incertidumbre asociada en todos esos casos y, en cada caso, podemos asignar una probabilidad al suceso.

- Suceso pasado: se comete un crimen y una mancha de sangre de cierto tipo se encuentra en la escena del crimen. Se detiene a un sospechoso. El suceso de interés es la relación del sospechoso con la mancha. Dejará o no la mancha el sospechoso, lo cierto es que el conocimiento de ello es incierto, y de este modo existe una probabilidad asignable.
- Suceso presente: se selecciona una persona. El suceso de interés es que sea un votante de un determinado partido político. De nuevo, antes de disponer de esa información, ese conocimiento es incierto.
- Suceso futuro: el suceso de interés es si lloverá mañana.

Todos estos sucesos son inciertos y tienen probabilidades asignables, pero conviene no ir demasiado deprisa para obtener conclusiones. Por ejemplo, incluso aunque el sospechoso estuviere relacionado con la mancha de sangre en la escena del crimen, tendríamos que considerar si la mancha de sangre pudiera haber aparecido ahí por motivos inocentes.

7.3 Más información para distinguir probabilidades frecuentistas y subjetivas

La metodología bayesiana considera a las probabilidades como medidas de creencia (también llamadas probabilidades subjetivas) puesto que tales probabilidades pueden pensarse como medidas de la propia creencia sobre la ocurrencia de un particular suceso. La metodología permite la combinación de probabilidades objetivas, basadas en datos, con probabilidades subjetivas, para las cuales el conocimiento, la información y la experiencia del experto forense son determinantes para las asignaciones. Los juristas están también interesados en cálculos probabilísticos utilizando probabilidades subjetivas, preferentemente relacionadas con la credibilidad de testigos y las conclusiones a las que pudiera llegarse a partir de sus testimonios.

Desde un punto de vista formal, la definición frecuentista de probabilidad entraña una larga secuencia de repeticiones de una situación dada, en idénticas condiciones. Consideremos una secuencia de N repeticiones en las que un suceso E ocurre X veces, siendo X un valor igual o mayor que 0 y menor o igual a N . La frecuencia relativa X/N pudiera variar en diferentes secuencias de N repeticiones, pero se supone que, en una secuencia donde el número N de repeticiones crece indefinidamente en idénticas condiciones, la frecuencia relativa tiende a un valor límite definitivo. En un entorno frecuentista, la probabilidad del suceso E , que se representa por $\Pr(E)$, se define como

ese valor límite. Como en el ejemplo de las bolas de la urna, es un valor entre 0 y 1. En realidad es difícil, si no imposible, mantener idénticas condiciones entre las pruebas. Por consiguiente, en cualquier situación distinta de la idealizada, tal definición de probabilidad se prueba impracticable. Por ejemplo, consideremos la predicción de una tasa de desempleo para el año siguiente. No es posible utilizar la definición frecuentista para determinar la probabilidad de que la tasa se encuentre entre un 3% y un 4% de la población activa, puesto que no es posible considerar al desempleo como una secuencia de repeticiones bajo idénticas condiciones. El desempleo al siguiente año es único, un suceso que ocurre una vez en el tiempo.

Las probabilidades frecuentistas se dice que son probabilidades objetivas. Son tales en el sentido de que existe una serie de circunstancias bien definidas para una larga repetición de la misma prueba, de forma que las correspondientes probabilidades acaban siendo bien determinadas. Se considera que ningún personal o subjetivo punto de vista alteraría los valores. Cada persona, teniendo en cuenta esas mismas circunstancias, llegaría a los mismos valores de probabilidad. El modelo frecuentista se relaciona con la frecuencia relativa obtenida en una larga secuencia de pruebas, asumiendo que se realizan de la misma manera, siendo físicamente independientes unas de otras. Esta circunstancia tiene ciertas dificultades.

Si se toma de forma estricta, este punto de vista no permite hablar de probabilidad para actuaciones que no ocurran, al menos conceptualmente, con una larga secuencia de sucesos que den resultados equiprobables.

La idea subyacente de probabilidad subjetiva es que la probabilidad de que un suceso ocurra refleja una medida de creencia personal en la ocurrencia de ese suceso. Por ejemplo, una persona puede tener una convicción personal de que la tasa de desempleo rondará entre el 3% y el 4%, incluso aunque ninguna probabilidad frecuentista pudiera calcularse para tal evento. No hay nada sorprendente en esto. Resulta común pensar en términos de probabilidad muchas veces, como cuando apostamos por el resultado de un partido de fútbol o cuando predécimos si lloverá mañana.

En muchas situaciones, la ley es un buen ejemplo, no podemos asumir resultados equiprobables de otro modo que no sea contando ocurrencias de sucesos pasados para determinar frecuencias relativas. La razón es que los sucesos de interés, si realmente han ocurrido, sólo lo han hecho una vez. Así pues, una probabilidad subjetiva se define como *“un grado de creencia (mantenido en un momento dado gracias a la propia experiencia, información y conocimiento) con respecto a la veracidad de una sentencia, o un suceso E (un único suceso completamente especificado o una sentencia de cuya veracidad o falsedad, sea cual sea la razón, no podemos pronunciamos por sernos desconocida.”* (de Finetti, 1968, página 45).

Hay tres factores a considerar para esta valoración probabilística. Primero, depende de la información disponible. Segundo, puede cambiar cuando la información cambia. Tercero, puede variar entre individuos porque puedan tener diferente información o diferentes criterios de valoración. La única restricción en la valoración que debe mantenerse es lo que se conoce como coherencia. La coherencia puede comprenderse considerando la probabilidad subjetiva en términos de apuestas, en particular como ocurre con las carreras de caballos. Para ese caso, para que las probabilidades de que ganen cada uno de los caballos sean coherentes, debe cumplirse que su suma ha de ser 1 (Taroni et al., 2001).

Bajo cualquier definición (frecuentista o bayesiana), la probabilidad toma valores entre 0 y 1.

Hay muchos sucesos o parámetros de interés en múltiples disciplinas (historia, teología, derecho, ciencia forense), que no son resultado de procesos repetitivos o reproducibles. Esos sucesos son singulares, únicos o de una clase. No es posible repetir esos sucesos bajo idénticas condiciones y tabular el número de ocasiones en que ocurrió algún suceso que vuelve a presentarse en la

actualidad. El uso de probabilidades subjetivas nos permite hallar probabilidades de esa clase de sucesos.

7.4 Leyes básicas de la teoría de la probabilidad

1ª Ley de probabilidad.- La probabilidad puede tomar cualquier valor entre 0 y 1, ambos inclusive, y sólo esos valores. Sea R cualquier suceso y $\Pr(R)$ la probabilidad de que ocurra. Entonces: $0 \leq \Pr(R) \leq 1$. Para un suceso imposible, su probabilidad es cero. De este modo, si R es imposible $\Pr(R) = 0$.

Consideremos el ejemplo hipotético de las bolas en la urna, siendo B la proporción de bolas blancas y N la de las bolas negras, sin que haya ningún otro color, de modo que $B + N = 1$. Las proporciones van de 0 a 1; por consiguiente: $0 \leq B \leq 1$, $0 \leq N \leq 1$. Para cualquier suceso R, $0 \leq \Pr(R) \leq 1$. Consideremos B, haber sacado una bola blanca. Si este suceso es imposible, no hay bolas blancas en la urna y $B = 0$. Esta ley a veces se enuncia diciendo que la probabilidad puede solamente ser 0 cuando el suceso asociado sea imposible.

Hacia las otras leyes.- La primera ley concierne sólo a un suceso. Las otras dos leyes, conocidas como la 2ª y 3ª de la probabilidad, tienen que ver con combinaciones de sucesos. Los sucesos se combinan de dos maneras. Sean R y S dos sucesos. Una forma de combinación es considerar el suceso "R y S", el cual ocurre si y sólo si R y S ocurren a la vez. A esto se le conoce como la intersección de R y S.

Consideremos la tirada de un dado de 6 caras. Sea R el suceso de que salga un número impar. Sea S el suceso de que salga un número mayor de 3 (es decir, 4, 5 ó 6). Entonces "R y S" es que salga 5.

Consideremos ahora la tirada de dos dados de 6 caras. Sea R el suceso de que salga un 6 con el primer dado. Sea S el suceso de que salga un 6 con el segundo dado. El suceso "R y S" consiste en que salgan dos seises.

La segunda forma de combinar sucesos es considerar el suceso "R o S", el suceso que ocurre tanto si R ó S ocurren (o ambos). A este suceso combinado se le llama unión de R y S.

Consideremos de nuevo la tirada de un dado equilibrado de 6 caras. Sea R el suceso de que salga un número impar (1, 3, 5), y S, que salga un número mayor de 3 (4, 5, 6) como antes. Entonces, "R o S" significa que salga cualquier número menos el 2 (que sea impar y menor de 3 al mismo tiempo).

La segunda ley de probabilidad se refiere a la unión de dos sucesos. Los sucesos se llaman mutuamente excluyentes (o disjuntos) cuando la ocurrencia de uno excluye la del otro. Para estos sucesos la intersección es un suceso imposible. Por tanto, $\Pr(R \text{ y } S) = 0$.

2ª ley de probabilidad.- Si R y S son mutuamente excluyentes (es decir, disjuntos) la probabilidad de su unión "R o S" es igual a la suma de las probabilidades de R y S. De este modo, para sucesos mutuamente excluyentes o disjuntos:

$$\Pr(R \text{ o } S) = \Pr(R) + \Pr(S)$$

Consideremos el hecho tirar un dado equilibrado de seis caras. Si el suceso R es sacar un número menor o igual a tres (1, 2 o 3) y el suceso S es sacar el número 4, entonces, $\Pr(R) = 1/2$; $\Pr(S) = 1/6$; $\Pr(S \text{ y } R) = 0$ (los sucesos R y S no pueden ocurrir a la vez). De este modo, la probabilidad combinada de que se cumplan ambos sucesos $\Pr(R \text{ o } S) = 1/2 + 1/6 = 2/3$, o sea, la suma de $\Pr(R)$ y $\Pr(S)$.

Consideremos el ejemplo anterior de lanzar un dado de 6 caras equilibrado en el que los sucesos R (sacar un número impar: 1, 3, 5) y S (sacar un número > 3: o sea, 4, 5, 6) no son mutuamente

excluyentes. En la discusión sobre la intersección vimos que “R y S” era 5, un suceso con probabilidad 1/6. La ley general, cuando $\Pr(R \text{ y } S) \neq 0$, es la siguiente:

$$\Pr(R \text{ o } S) = \Pr(R) + \Pr(S) - \Pr(R \text{ y } S)$$

Esta regla es fácilmente verificable en este caso donde $\Pr(R) = 1/2$, $\Pr(S) = 1/2$; $\Pr(R \text{ y } S) = 1/6$; $\Pr(R \text{ o } S) = 5/6$.

La tercera ley de probabilidad se refiere a la intersección de dos sucesos.

Inicialmente se asume que los sucesos son independientes. Independencia significa que el conocimiento de la ocurrencia de uno de los dos no altera para nada la probabilidad de ocurrencia del otro suceso.

De este modo, dos sucesos que son mutuamente excluyentes no pueden ser independientes. Como un simple ejemplo de independencia consideremos el lanzamiento de dos dados equilibrados de seis caras: A y B. La salida del lanzamiento de A en nada influye la salida de B. Si A da un 6, este resultado no altera la probabilidad de que B sea un 6. El mismo argumento vale para cuando se tira un mismo dado varias veces. Las salidas de los primeros lanzamientos no influyen en los últimos.

3ª ley de probabilidad.- Sea R y S dos sucesos independientes. Entonces:

$$\Pr(R \text{ y } S) = \Pr(R) \times \Pr(S)$$

Esta relación se conoce, a veces, como la definición de independencia. De este modo, dos sucesos R y S se dicen que son independientes si se cumple lo anterior. Hay simetría en esta definición. El suceso R es independiente de S, y S de R. Esta ley se puede generalizar para más de dos sucesos. Considerando n sucesos S_1, S_2, \dots, S_n , si son mutuamente independientes:

$$\Pr(S_1 \text{ y } S_2 \text{ y } \dots \text{ y } S_n) = \Pr(S_1) \times \Pr(S_2) \times \dots \times \Pr(S_n) = \prod_{i=1}^n \Pr(S_i).$$

7.5 Sucesos dependientes e información de contexto

No todos los sucesos son independientes. Consideremos una tirada de un dado equilibrado, siendo R la tirada de un número impar como anteriormente, y S la tirada de un número mayor que 3 como también anteriormente. Entonces, $\Pr(R) = 1/2$; $\Pr(S) = 1/2$; $\Pr(R) \times \Pr(S) = 1/4$, pero $\Pr(R \text{ y } S) = \Pr(\text{que salga un } 5) = 1/6$.

Los sucesos que no son independientes se dice que son dependientes. La tercera ley de probabilidad para sucesos dependientes fue primeramente presentada por Thomas Bayes (1763). Se trata de la ley general para la intersección de sucesos. La ley para sucesos independientes es un caso especial. Antes de explicitar de forma general la tercera ley, sirve de ayuda abordar el tema de la dependencia.

Resulta muy importante tener en cuenta que cualquier valoración de la probabilidad de un suceso depende de dos cosas: del suceso mismo R cuya probabilidad se desea calcular, y de la información I disponible cuando se pretende calcular la probabilidad de R. La probabilidad $\Pr(R | I)$ se conoce como probabilidad condicional, subrayándose que R es un suceso condicionado a I. Obsérvese el uso de la barra vertical |. Los sucesos que aparecen a su izquierda son aquellos de cuyas probabilidades estamos interesados. Los que aparecen a su derecha son sucesos cuyos resultados se conocen y que pueden afectar a la probabilidad de los sucesos a la izquierda de la barra, teniendo ésta el significado de “dado” o “condicionado a”.

Imaginémonos un imputado en un juicio que puede resultar o no culpable. Sea C el suceso de que el imputado sea culpable. La incertidumbre asociada a la culpabilidad, la probabilidad de que sea culpable, podemos llamarla $Pr(C)$. Se trata de una probabilidad subjetiva porque depende de la información disponible en un momento dado. La incertidumbre fluctuará a lo largo del juicio. Lo hará a medida que se presentan las evidencias. Por tanto, dependerá esa probabilidad de las evidencias. Sin embargo, ni en la notación - $Pr(C)$ -, ni en el lenguaje - la probabilidad de culpabilidad -, hemos hecho mención a esta dependencia.

La probabilidad de ser culpable en un momento en particular depende del conocimiento (o información) disponible en ese instante. Llamamos I a esa información. Entonces es posible hablar de la probabilidad de que el imputado sea culpable, dado o condicionado a la información disponible en ese instante. Esto se escribe como $Pr(C / I)$. Si se presenta evidencia E adicionalmente, constituye junto con I lo que se considera conocido. Lo que se considera conocido es entonces "I y E", la intersección de I y E. La probabilidad de culpabilidad revisada será ahora: $Pr(C / I \cap E)$.

Cualquier probabilidad puede considerarse condicionada. La experiencia personal informa los juicios que hacemos sobre sucesos. Los juicios sobre el valor de la evidencia o sobre la culpabilidad de un sospechoso están condicionados por muchos factores. Estos pudieran ser otras evidencias en el juicio, pero también pueden incluirse factores relacionados con la fiabilidad de las mismas. Puede haber evidencia testifical de que el sospechoso estuviera en la escena del crimen, pero pudiera considerarse no fiable. Su valor se vería, entonces, disminuido.

El valor de la evidencia científica estará condicionado por la información relevante del caso que afecte a esa evidencia. La evidencia sobre frecuencias relativas de diferentes perfiles de ADN estará condicionada por la etnia, puesto que esas frecuencias dependen de ella. La evidencia sobre distribuciones de índices de refracción de fragmentos de cristal estará condicionada por la información referente al tipo de cristal de donde procedan dichos fragmentos (por ejemplo, ventanas de edificios, parabrisas de vehículos, etc...). La existencia de tales sucesos condicionantes no siempre será explícita. Sin embargo, no deben olvidarse. Como ya se ha dicho, todas las probabilidades pueden pensarse como probabilidades condicionadas.

Las dos primeras leyes de la probabilidad pueden reescribirse con la nueva notación, para los sucesos S, R y la información I como sigue:

Primera ley.- La probabilidad puede valer entre 0 y 1, ambos inclusive, y sólo uno de esos valores. Por tanto, $0 \leq Pr(R | I) \leq 1$.

El suceso imposible $Pr(\text{no } I | I)$ tiene probabilidad 0. El suceso seguro $Pr(I | I)$ tiene probabilidad 1.

Segunda ley.- Si R y S son mutuamente excluyentes (cuando la ocurrencia de uno excluye la ocurrencia del otro), la probabilidad de su unión es la suma de sus probabilidades:

$$Pr(R \cup S | I) = Pr(R | I) + Pr(S | I)$$

Si R y S no son mutuamente excluyentes, la regla general es la siguiente:

$$Pr(R \cup S | I) = Pr(R | I) + Pr(S | I) - Pr(R \cap S | I)$$

Tercera ley para sucesos independientes.- Si R y S son sucesos independientes (el conocimiento de la ocurrencia de un suceso no altera para nada la probabilidad de ocurrencia del otro), condicionados a I:

$$Pr(R \cap S | I) = Pr(R | I) \times Pr(S | I)$$

Por tanto, nada cambia salvo que el suceso I aparece condicionando a todos los demás sucesos cuyas probabilidades queremos conocer.

Ejemplo de ADN:

Consideremos un sistema de dos alelos en genética: A y a, donde $\Pr(A) = p$, $\Pr(a) = q$, y $\Pr(A) + \Pr(a) = p + q = 1$. Esto da lugar a tres genotipos, asumiendo que el equilibrio Hardy-Weinberg se mantiene, cuyas probabilidades esperadas son las siguientes:

p^2 : homocigotos para el alelo A – p del padre y p de la madre -;

$2pq$: heterocigotos – p del padre y q de la madre, y viceversa -;

q^2 : homocigotos para el alelo a – q del padre y q de la madre -.

Las probabilidades genotípicas se hallan multiplicando las probabilidades de los dos alelos, asumiendo que el alelo heredado del padre es independiente del alelo heredado de la madre. El factor 2 alcanza a los heterocigotos porque, como se ha indicado, se consideran dos casos: por un lado que el alelo A provenga de la madre y el alelo a del padre, y viceversa. Cada uno de esos casos tiene probabilidad pq debido a la asunción de independencia (consúltese la tabla). El perfil que consideramos se dice que está en equilibrio Hardy-Weinberg cuando los dos alelos parentales son independientes.

| Probabilidades genotípicas, asumiendo el equilibrio Hardy-Weinberg, para un sistema dialélico con probabilidades alélicas p y q | | |
|---|-----------------|-------|
| Alelo de la madre | Alelo del padre | |
| | A(p) | a(q) |
| A(p) | p^2 | pq |
| a(q) | pq | q^2 |

Tercera ley para sucesos dependientes.-

$$\Pr(R \cap S | I) = \Pr(R | I) \times \Pr(S | R \cap I) = \Pr(S | I) \times \Pr(R | S \cap I), \text{ donde } \Pr(R | I) > 0, \text{ y } \Pr(S | I) > 0$$

Supongamos que R y S son sucesos dependientes – el conocimiento de que R ha ocurrido influye en la probabilidad de que ocurra S, y viceversa -. Por ejemplo, sea R el resultado de la tirada de una carta, bien barajada, entre 52. Esta carta no se reemplaza, de modo que quedarán 51 en la baraja. Sea S la tirada de una carta partiendo de la baraja reducida. Si R es el suceso “que salga un as” (en una baraja de cuatro palos), $\Pr(R) = 4/52 = 1/13$. (Obsérvese aquí que la información condicionante I sobre que la baraja ha sido bien barajada, lo que implica que todas ellas tengan la misma posibilidad de ser elegidas, se ha omitido para simplificar la notación; la mención explícita de I se omitirá en muchos casos pero su existencia no debe olvidarse). Sea S el suceso “que salga un as”, también. Entonces, $\Pr(S | R)$ es la probabilidad de que salga un as en la segunda tirada dado que salió otro as en la primera (y dado todo lo que sea conocido, en particular que la primera carta no fue reemplazada). Hay 51 cartas en el instante de realizar la segunda tirada, de las cuales 3 son ases. (Recordemos que en la primera tirada salió un as, que es la información proporcionada por R). De este modo $\Pr(S) = 3/51$.

Aplicando la tercera ley para sucesos dependientes, la probabilidad de que salgan dos ases es:

$$\Pr(R \text{ y } S | I) = \Pr(R | I) \times \Pr(S | R \text{ e } I) = (4/52) \times (3/51) = 12/2652 = 1/221$$

Obsérvese que si la primera carta se hubiera reincorporado a la baraja y se hubiera vuelto a barajar, las dos tiradas serían independientes, y entonces:

$$\Pr(R \text{ y } S \mid I) = \Pr(R \mid I) \times \Pr(S \mid R \text{ e } I) = (4/52) \times (4/52) = 16/2704 = 1/169$$

7.6 Distinguiendo la probabilidad de la estadística

En este apartado nos valemos de la sencilla explicación de C.G.G. Aitken y F. Taroni en su obra "Estadística y evaluación de la evidencia para expertos forenses" traducida por quien escribe al español y publicada por la editorial Dykinson en el año 2010.

La probabilidad es un proceso deductivo que argumenta desde lo general a lo particular. La estadística es, sin embargo, un proceso inductivo que argumenta desde lo particular a lo general.

Piénsese en una moneda equilibrada, es decir, una que cuando se lanza tiene la misma probabilidad de salir cara, que cruz: $1/2$. La tiramos 10 veces. La teoría de la probabilidad nos permite averiguar, por ejemplo, la probabilidad de que obtengamos 3 caras y 7 cruces. El concepto general de moneda equilibrada se utiliza para determinar algo respecto al resultado de un caso particular en el que hubo diez lanzamientos.

Piénsese en una moneda lanzada 10 veces, obteniéndose 7 caras y 3 cruces. La estadística nos capacita para preguntarnos sobre si la moneda es equilibrada o no. El resultado particular obtenido nos permite determinar algo sobre si la moneda estaba o no equilibrada.

Tanto para la probabilidad como para la estadística hay incertidumbre. Dada una moneda equilibrada, el número de caras y cruces en 10 lanzamientos es incierto. La probabilidad asociada con cada resultado puede determinarse, pero el resultado de un lanzamiento no puede predecirse con certeza.

Dado el resultado de una particular secuencia de 10 lanzamientos, podemos tener una cierta información sobre si la moneda está o no equilibrada. Por ejemplo, si el resultado fue de 10 caras y 0 cruces, podríamos creer que la moneda está trucada y tiene dos caras, pero eso no se sabe con certeza. Hay una probabilidad de $1/1024$ - ¡no es cero! - de que en 10 lanzamientos pudieran obtenerse 10 caras con una moneda equilibrada.

C.G.G. Aitken, profesor de estadística en la Universidad de Edimburgo, narra una anécdota real: en una clase de 130 alumnos les pedí que lanzaran una moneda 10 veces. Un estudiante obtuvo 10 caras consecutivas siendo segura la asunción de que se trataba de una moneda equilibrada. ¿Cuál es la probabilidad de que esto pudiera ocurrir?

Para hallar la probabilidad de obtener diez caras consecutivas en diez lanzamientos, razonamos de la siguiente forma:

Cada tirada supone que la probabilidad de que salga cara es 0.5 y la probabilidad de que salga cruz es 0.5, igualmente.

Al tirar sucesivamente la moneda, cada tirada es independiente de la siguiente.

El suceso compuesto por la intersección de todas las tiradas, cuya probabilidad se desea calcular, se resuelve así:

$$\Pr(\text{salga cara } 1^{\text{a}} \text{ tirada} \cap \text{salga cara } 2^{\text{a}} \text{ tirada} \cap \dots \cap \text{salga cara } 10^{\text{a}} \text{ tirada}) = \Pr(\text{salga cara } 1^{\text{a}} \text{ tirada}) \times \Pr(\text{salga cara } 2^{\text{a}} \text{ tirada}) \times \dots \times \Pr(\text{salga cara } 10^{\text{a}} \text{ tirada}) = (1/2)^{10} = 1 / 1024 = 0.0009765625.$$

Para que uno de los 130 estudiantes sacara diez caras consecutivas en diez lanzamientos, razonamos de la siguiente forma:

$1/1024$: Probabilidad de que 1 estudiante consiga 10 caras en 10 lanzamientos de la moneda.

$1 - (1/1024)$: Probabilidad de que 1 estudiante no consiga 10 caras en 10 lanzamientos de la moneda.

$[1 - (1/1024)]^{130}$: Probabilidad de que los 130 estudiantes no consigan 10 caras en 10 lanzamientos de la moneda.

$1 - [1 - (1/1024)]^{130}$: Probabilidad de que alguno de los 130 estudiantes saque 10 caras en 10 lanzamientos de la moneda.

$$\text{Solución: } 1 - [1 - (1/1024)]^{130} = 0.12$$

7.7 Un estándar de coherencia para razonar con creencias bajo incertidumbre

Las reglas de la lógica deductiva permiten razonar bajo la certeza pero no bajo incertidumbre. Son reglas de coherencia para razonar con creencias bajo certidumbre. Para razonar bajo incertidumbre necesitamos las leyes de la probabilidad y estas leyes nos proporcionan un estándar de coherencia para razonar con creencias bajo incertidumbre.

La coherencia en el razonamiento inferencial es una propiedad lógica. Las leyes de la probabilidad garantizan que ese razonamiento inferencial bajo incertidumbre sea coherente. El concepto de coherencia lo explican los bayesianos desde el pragmatismo: para ellos, un estándar de coherencia es un estándar pragmático.

Históricamente, la teoría de la probabilidad debe mucho a las apuestas. El Reverendo Thomas Bayes escribió su obra *“An essay toward solving a problem in the doctrine of chances”* en el año 1763. Su famoso teorema estuvo ligado al concepto de *apuesta condicional*, a partir del cual definió el concepto de probabilidad condicional. Ese concepto de apuesta puede explicarse así: imaginemos que hacemos una apuesta sobre la veracidad de una proposición A, condicionada a que una proposición B sea verdadera, mediante un precio $pr1$ que pagamos por un boleto de apuestas de valor 1 euro. Si la condición B no se cumple, entonces tenemos derecho a que nos devuelvan el precio $pr1$ que pagamos por el boleto de apuestas de valor 1 euro.

Cuando apostamos pagando un precio $pr1$ por un boleto de apuestas de valor 1 euro, podemos perder, ganar o quedarnos como estábamos. Ya hemos descrito esto último y lo hemos llamado *apuesta condicional*.

Cualquier jugador apuesta con la clara intención de ganar. El estándar de coherencia pragmatista de los bayesianos se explica bien asemejándolo al interés del jugador de apuestas por ganar. Otra opción no tendría sentido. Por tanto, a la hora de apostar, tratamos de minimizar el riesgo de pérdida y maximizar la posibilidad de ganancia.

Pues bien, lo que dicen los bayesianos es que si queremos apostar con coherencia, es decir, con la lógica del jugador descrita, en un entorno de incertidumbre análogo al que se da en el juego de apuestas, tenemos que respetar las leyes de la probabilidad clásicas.

7.8 Los argumentos del corredor de apuestas

Los británicos denominan “book” (libro) al conjunto de apuestas que ha aceptado un corredor de apuestas y “Dutch book” (libro holandés) al conjunto de apuestas que conduce, con seguridad plena, a tener pérdidas en el juego. Aquellos argumentos que nos sirven para no perder en las apuestas por incoherencia cuando apostamos a un conjunto de creencias al mismo tiempo se denominan “Dutch

book” sincrónico. Y los argumentos que nos sirven para lo mismo cuando apostamos a un conjunto de creencias que cambian con el tiempo se denominan “Dutch book” diacrónico.

Para quienes no estén familiarizados con las apuestas, conviene conocer su estructura básica: (1) se apuesta a favor de algo: por ejemplo, que una hipótesis determinada sea cierta; (2) el boleto de apuestas tiene un valor nominal fijado de antemano por el corredor de apuestas – el boleto vale para una sola apuesta –; (3) los boletos se pueden comprar y vender antes de que se conozca el resultado de la apuesta; (4) el precio al que se compra o vende el boleto de apuestas es variable y en eso radica la posibilidad de obtener o no una ganancia, o incluso una pérdida, una vez conocido el resultado de la apuesta (tanto para quien apuesta como para el corredor de apuestas).

Quien apuesta y el corredor de apuestas arriesgan su dinero porque no conocen el resultado sobre lo que se apuesta de antemano. Si pensamos desde el punto de vista de quien apuesta, para jugar necesita comprar un boleto. El boleto tiene un precio y su valor nominal es el valor máximo al que el que apuesta estaría dispuesto a pagar por sentido común. Quien apuesta sabe que puede perder y tiene que evaluar hasta que punto puede permitírsele. Si, por ejemplo, aceptara pagar un boleto de valor nominal de 1 euro a 80 céntimos de euro, lo que podemos deducir de esta jugada es lo siguiente: (1) si gana la apuesta, habría ganado 20 céntimos de euro netos al disponer de un boleto premiado con un valor nominal de 1 euro (boleto que podría vender por su valor nominal, por lo que podría ganar también 1 euro en metálico); (2) si pierde la apuesta, habría perdido 80 céntimos de euro por jugar y comprar el boleto.

El ejemplo expuesto podría explicarse también en términos de apuestas: se ha hecho una apuesta de 4:1 (cuatro a uno) a favor de que el boleto será premiado. Es importante ahora apreciar el hecho de que el boleto no tiene un valor nominal. El apostante piensa que hay un 80% de probabilidad de que el boleto sea premiado y un 20% de que no lo sea – adviértase que $80/20 = 4/1$ -. También se obtienen esas proporciones, en tanto por uno, si dividimos cada cifra de la apuesta por la suma de las dos: $4/5$ y $1/5$: 0.80 y 0.20. En este caso, la apuesta consiste en decir que estamos dispuestos a pagar 4 euros por un boleto si nos devuelven 5 euros en el caso de que ganemos (ganancia neta de 1 euro); y a vender el boleto por lo que hemos pagado para jugar, es decir, 4 euros, comprometiéndonos a pagar 5 euros si perdemos (pérdida neta de 1 euro). Obsérvese que, en caso de pérdida, además de los 4 euros invertidos para jugar, se pierde 1 euro adicional, o sea, se pierden 5 euros en total. Y en el caso de que hayamos vendido el boleto que finalmente sea premiado, hemos recuperado nuestra inversión inicial de 4 euros por jugar quedándonos así en tablas.

Consideremos pr el precio que pensamos que es justo pagar para ganar 1 euro en una apuesta si la proposición H es verdadera, y para no ganar nada si la proposición H es falsa. En este caso, nos da igual que perdamos habiendo pagado por adelantado o si ocurre después de saber que H es falsa. Hasta ahora, nuestro grado de creencia de que H sea cierta está medido por pr .

Como el boleto de apuestas vale un euro, una primera observación que garantiza coherencia en nuestro razonamiento es la siguiente: $0 \leq pr \leq 1$. En otro caso, tendríamos pérdidas irremediablemente.

Una segunda observación que garantiza coherencia en el razonamiento es considerar que si supiéramos que H es cierta de antemano, no tendría sentido alguno que apostáramos. El único precio razonable, en ese caso, sería el valor del boleto, o sea, 1 euro. Por tanto, si H es cierta, $pr = 1$.

Como tercera observación con idéntico fin, pensemos que si pudiéramos comprar un boleto de valor 1 euro a precio pr_1 si H es cierta, y no ganar nada si H es falsa, y un boleto de valor 1 euro a precio pr_2 si H es falsa, y no ganar nada si H es cierta, ganaríamos 1 euro con total seguridad. En ese caso: $pr_1 + pr_2 = 1$. Esta es la única ecuación razonable para garantizar que no haya pérdidas al jugar.

Pues bien, si comprásemos esos dos boletos, nuestras ganancias G_1 y G_2 serían las siguientes:

$$G_1 = 1 - (pr_1 + pr_2), \text{ si } H \text{ es cierta;}$$

$$G_2 = 1 - (pr_1 + pr_2), \text{ si } H \text{ es falsa.}$$

G_1 y G_2 serían igual a cero si y sólo si $pr_1 + pr_2 = 1$. Si nuestra evaluación subjetiva del precio de los boletos fuera tal que $(pr_1 + pr_2) > 1$, las ganancias G_1 y G_2 serían negativas, es decir, incurriríamos en pérdidas. Y si fuera al revés, es decir, $(pr_1 + pr_2) < 1$, y quisiéramos vender los boletos a esos precios, también incurriríamos en pérdidas.

Esas elecciones de los valores de los precios sería un ejemplo de "Dutch book". En el ejemplo ha sido fácil reconocer que entramos en pérdidas si no cuidamos las observaciones porque sólo hemos tenido en cuenta una hipótesis con dos estados mutuamente excluyentes y exhaustivos: cierto / falso.

Si en lugar de una sola proposición H tuviéramos n , es decir, H_1, H_2, \dots, H_n , mutuamente excluyentes y exhaustivas, y en lugar de un único valor del boleto de apuestas, pudiéramos tener un valor distinto para cada uno de los n boletos de apuestas (aunque nada obsta que pudieran repetirse valores en la serie), es decir, X_1, X_2, \dots, X_n , el precio al que estaríamos dispuestos a pagar por un boleto de apuestas o vender, en su caso, sería una fracción $pr_i X_i$ de su ganancia X_i . Fácilmente se ve que si la ganancia X_i fuera igual a 1, pagaríamos el boleto, o lo venderíamos, por pr_i .

Por tanto, las ganancias de este conjunto de boletos de apuestas serían las siguientes:

$$G_1 = X_1 - (pr_1 X_1 + pr_2 X_2 + \dots + pr_n X_n), \text{ si } H_1 \text{ es cierta;}$$

$$G_2 = X_2 - (pr_1 X_1 + pr_2 X_2 + \dots + pr_n X_n), \text{ si } H_2 \text{ es cierta;}$$

...

$$G_n = X_n - (pr_1 X_1 + pr_2 X_2 + \dots + pr_n X_n), \text{ si } H_n \text{ es cierta.}$$

Para que pudiéramos entrar en pérdidas con seguridad (es decir, para que cayéramos en un "Dutch book"), el corredor de apuestas tendría que ingeniárselas para que todas las ganancias de la ecuación referida fueran negativas. Lo haría mediante una adecuada selección de los precios: X_1, X_2, \dots, X_n para conseguir tal fin.

Puede demostrarse algebraicamente que no caeríamos en "Dutch book" alguno, es decir, no tendríamos pérdidas con plena seguridad si se cumple – y sólo en ese caso – que:

$$1 - (pr_1 X_1 + pr_2 X_2 + \dots + pr_n X_n) = 0$$

Pues bien, llegados a este punto de nuestro razonamiento, al conjunto de las ecuaciones:

- i. $0 \leq pr \leq 1$
- ii. Si H es cierta, $pr = 1$
- iii. $1 - (pr_1 X_1 + pr_2 X_2 + \dots + pr_n X_n) = 0$

se les denomina *axiomas de la medida de la probabilidad finitamente aditiva*.

F. Taroni (Taroni et al., 2010, página 18) afirma que aunque la idea de que una medida cuantitativa de grados de creencia venga determinada por apuestas equilibradas se retrotraiga al siglo XVII,

concretamente a los padres de la teoría matemática de la probabilidad, Blaise Pascal y Christiaan Huygens, quienes llamaron *esperanza matemática* a tales precios equilibrados de las apuestas, sólo De Finetti en el siglo XX logró expresar esa idea mediante una formal demostración matemática (de Finetti, 1937). Igualmente – señala Taroni – F. Ramsey expresó esa misma idea en 1931, si bien no proporcionó una demostración como lo hizo De Finetti.

Si el número de proposiciones es infinito, aún puede proporcionarse una argumentación “Dutch book” para evitar pérdidas siempre que el conjunto infinito de proposiciones sea numerable, como sucede con los números enteros. R.C. Jeffrey, en el año 2004, proporcionó los *axiomas de la medida de la probabilidad contablemente aditiva*. Gracias a estos axiomas, pueden los bayesianos subjetivos extender sus apuestas a generalizaciones (teorías científicas). Profundizar en estas cuestiones superan el alcance de este libro.

7.9 Combinando grados de creencia

Sabemos que la regla del producto de la teoría de la probabilidad, su tercera ley, puede escribirse de las siguientes formas:

$\Pr(R \mid S \cap I) = \Pr(R \cap S \mid I) / \Pr(S \mid I)$ ó $\Pr(S \mid R \cap I) = \Pr(S \cap R \mid I) / \Pr(R \mid I)$, o bien, reescribiendo:

$$\Pr(R \cap S \mid I) = \Pr(R \mid I) \times \Pr(S \mid R \cap I) = \Pr(S \mid I) \times \Pr(R \mid S \cap I)$$

Desde el punto de vista del bayesianismo subjetivo, esta ecuación no es una definición, como así lo considera la teoría clásica de la probabilidad, sino el principio fundamental de razonamiento coherente bajo incertidumbre que puede justificarse mediante una argumentación “Dutch book” sincrónica, es decir, si nuestras creencias satisfacen la regla del producto, no es posible que puedan hacernos un “Dutch book”, es decir, que perdamos en nuestras apuestas por incoherencia.

Imaginemos que tenemos incertidumbre sobre las proposiciones R y S. Siguiendo el ejemplo de Taroni (Taroni et al., 2010, páginas 19-21) podemos escribir la siguiente tabla cuyo contenido explicamos más abajo (la raya horizontal sobre los sucesos R y S significan que consideramos su suceso complementario):

| Matriz de pagos | | | | |
|-----------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| | $(R \cap S)$ | $(R \cap \bar{S})$ | $(\bar{R} \cap S)$ | $(\bar{R} \cap \bar{S})$ |
| T ₁ | 1 | pr1 | 0 | pr1 |
| T ₂ | 0 | pr1 | 0 | pr1 |
| T ₃ | 1 | 0 | 0 | 0 |

Interpretación de T₁: Queremos que nuestro grado de creencia sobre la veracidad de R condicionado a la veracidad de S sea el precio pr1 para un boleto de valor nominal de 1 euro si R y S son ambos ciertos (en este caso pr1 = 1); nada si S es cierto; y pr1 si S es falso.

Interpretación de T₂: Queremos que nuestro grado de creencia sobre la veracidad de R condicionado a la veracidad de S sea el precio pr1 para un boleto de valor nominal de 1 euro si S es falso y nada en otro caso.

Interpretación de T₃: Queremos que nuestro grado de creencia sobre la veracidad de R condicionado a la veracidad de S sea el precio pr1 para un boleto de valor nominal de 1 euro si R y S son ambos ciertos (en este caso pr1 = 1) y nada en otro caso.

Si nos fijamos en T₁, estamos dispuesto a pagar 1 euro por el boleto en el caso de que sean verdaderas las proposiciones R y S: es lo coherente porque es su valor nominal. Pagamos pr1 cuando

la condición S no sea verdadera. Y no pagamos nada si R no es verdadera. Se trata de una *apuesta condicional* porque la apuesta está hecha de tal forma que, en el caso de que la condición no sea verdadera, recuperamos el precio pr_1 que hemos invertido para jugarla.

Las apuestas T_2 y T_3 son simples apuestas y diferentes entre sí. Sin embargo, fijémonos bien en la tabla de matriz de pagos porque comprar los boletos T_2 y T_3 equivale a comprar un boleto T_1 .

Por tanto, sería incoherente que comprásemos los boletos T_2 y T_3 , a precios pr_2 y pr_3 , que no cumplieran el requisito siguiente: $pr_1 = pr_2 + pr_3$.

Además, siendo igualmente coherentes, pr_2 tendría que ser una fracción del valor pr_1 , justamente $P(\bar{S})pr_1$. Y pr_3 puede igualarse a $P(R \cap S)$, pues es igual a 1.

Por tanto, si $pr_1 = pr_2 + pr_3$, $pr_1 = P(\bar{S})pr_1 + P(R \cap S) = [1 - P(\bar{S})]pr_1 + P(R \cap S)$, y sustituyendo:

$$pr_1 = \frac{P(R \cap S)}{P(S)} = P(R | S).$$

Por tanto, si no se respeta que $pr_1 = pr_2 + pr_3$, ha quedado demostrado que se incumple la tercera ley de la probabilidad y, consecuentemente, se puede hacer un "Dutch book" contra nuestras apuestas.

El argumento "Dutch book" sincrónico también puede hacerse si se viola la denominada ley de probabilidad total. Puede enunciarse de la siguiente forma (se deduce fácilmente de las tres leyes básicas de la probabilidad):

$$P(R) = P(R \cap S) + P(R \cap \bar{S}) = P(R | S)P(S) + P(R | \bar{S})P(\bar{S})$$

Los bayesianos la conocen como ley de extensión de la conversión. La ley expresada con carácter general se enuncia así:

$$P(R) = \sum_{i=1}^n P(R | S_i) P(S_i).$$

7.10 Cambiando grados de creencia

La tabla con la matriz de pagos que ha sido objeto de estudio específico en el apartado anterior se caracteriza por ser estática en cuanto a la evidencia disponible en un momento dado. Lo que en este apartado se aborda es cómo debemos ajustar nuestras creencias iniciales cuando aparece nueva evidencia.

Recordemos que nos interesa el grado de creencia sobre la veracidad de una proposición R condicionada a la veracidad de una proposición S.

Los bayesianos hablan del *principio de condicionalización*. Lo podemos describir del siguiente modo: si distinguimos dos momentos, el instante inicial del que partimos en el que nuestro grado de creencia sobre la proposición R condicionada a S es $P(R | S)$, siendo $P(S) > 0$ y representando P la probabilidad en ese instante inicial, y un instante ulterior en el que conocemos que S es cierta, es decir, $Q(S) = 1$, la nueva probabilidad de R en el instante Q, es decir, $Q(R) = P(R | S)$.

Jeffrey justifica el principio de condicionalización como regla de coherencia (Jeffrey, 1988).

Siguiendo de nuevo el ejemplo de Taroni (Taroni et al., 2010, páginas 22-23) podemos escribir la siguiente tabla en la que distinguimos dos tiempos:

| Matriz de pagos para un instante P y un instante posterior Q | | | | | |
|---|--------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---|
| | $(R \cap S)$ | $(R \cap \bar{S})$ | $(\bar{R} \cap S)$ | $(\bar{R} \cap \bar{S})$ | <i>Precios</i> |
| T_1 | 1 | pr1 | 0 | pr1 | $pr1 = P(R S)$ |
| T_2 | 0 | pr1 | 0 | pr1 | $pr2 = pr1Q(\bar{S})$ $= P(R S)Q(\bar{S})$ |
| T_3 | 1 | 0 | 0 | 0 | $pr3$ $= Q(R \cap S)$ |

Suponemos que tenemos la oportunidad de jugar en el instante P (por ejemplo, hoy) o en el instante posterior Q (por ejemplo, mañana). El boleto T_1 lo adscribimos al instante P y los boletos T_2 y T_3 al instante Q.

Estamos en el instante P y, por tanto, no sabemos qué sucederá en el instante Q. Lo que queremos conseguir es una estrategia racional, coherente, en el instante P, para cambiar probabilidades en el supuesto de que en el instante Q se reciba nueva evidencia sobre las proposiciones R y S.

Lo que podemos ver, de acuerdo con la tabla, es que la acción de comprar dos boletos (T_2 y T_3) en el instante Q, equivale a la acción de comprar el boleto T_1 en el instante P. Lo que se acaba de decir no depende de las probabilidades que pueda haber en el instante Q.

Además, podemos relacionar las probabilidades del instante P con las del instante Q mediante la siguiente ecuación (de acuerdo con la columna Precios de la tabla):

$$pr1 = pr2 + pr3 = P(R | S)Q(\bar{S}) + Q(R \cap S).$$

Desarrollando $P(R | S)$ como hicimos en el apartado anterior:

$$P(R | S) = P(R | S)[1 - Q(S)] + Q(R \cap S),$$

$$P(R | S) = P(R | S) - P(R | S)Q(S) + Q(R \cap S),$$

$$P(R | S) - P(R | S) + P(R | S)Q(S) = Q(R \cap S),$$

$$P(R | S) = \frac{Q(R \cap S)}{Q(S)} = Q(R | S).$$

Estas últimas ecuaciones confirman que las probabilidades condicionales del instante P y del instante Q son las mismas.

Si en el instante Q sabemos que S es cierta, es decir, $Q(S) = 1$, entonces el precio por T_2 será 0, y el de T_3 será $P(R | S) = Q(R \cap S) = Q(R)$.

Puede demostrarse que si no respetamos la igualdad $P(R | S) = Q(R | S)$, pueden hacernos un "Dutch book". A esta argumentación se le llama "Dutch book" condicional.

A partir de esta última ecuación, puede obtenerse un principio de condicionalización más general que recibe el nombre de principio de condicionalización de Jeffrey o regla de Jeffrey.

Supongamos que la nueva evidencia no puede conocerse con certeza en el instante Q, pero lo que podemos afirmar que es nuestra creencia sobre S cambia con respecto al instante inicial P, es decir, $P(S) \neq Q(S)$, y $Q(S) < 1$.

Podemos reescribir la ecuación $P(R | S) = Q(R | S)$, de esta forma:

$$\frac{P(R \cap S)}{P(S)} = \frac{Q(R \cap S)}{Q(S)},$$
$$Q(R \cap S) = \frac{Q(S)}{P(S)} P(R \cap S).$$

También es posible reescribir la siguiente ecuación con análogos desarrollos:

$$Q(R \cap \bar{S}) = \frac{Q(\bar{S})}{P(\bar{S})} P(R \cap \bar{S}).$$

Entonces, aplicando la ley de probabilidad total, obtenemos la siguiente ecuación:

$$Q(R) = Q(R \cap S) + Q(R \cap \bar{S}).$$

Así, obtenemos una regla para cambiar nuestros grados de creencia de forma coherente en el caso que no sepamos si S es cierta.

7.11 Valoración bayesiana de la fuerza de la evidencia utilizando el Teorema de Bayes en forma de apuestas

El Teorema de Bayes en forma de apuestas se propone como regla de lógica de raciocinio para integrar y armonizar la responsabilidad de Jueces y peritos con respecto a la investigación sobre el origen de un vestigio. Obsérvese que ponemos el énfasis en que intentamos delimitar las responsabilidades de los Jueces y los peritos en un proceso de identificación, no en la determinación de la culpabilidad o no de un sospechoso como supuesto autor de un crimen.

Sus propiedades lógicas quedan patentes con ejemplos que ayudan a ver su utilidad y coherencia: imaginemos un vestigio en la escena del crimen sobre el que no haya duda que proviene del agresor. Logramos obtener un perfil de ADN que pudiera cotejarse con algún sospechoso.

Tras la investigación oportuna se centran las pesquisas sobre un individuo del que se sabe que tiene un hermano gemelo. Ambos hermanos tienen antecedentes por delitos menores. Se comparan los perfiles del vestigio con el de uno de los hermanos gemelos – sobre el que recayeron inicialmente las sospechas - y se constata que coinciden todos los marcadores.

En ese contexto, los investigadores poseen información que relaciona a uno de los gemelos con el crimen. Sin embargo, si se hiciera un cotejo del perfil del hermano gemelo sobre el que inicialmente no hay sospechas con el perfil del vestigio, se obtendría exactamente el mismo resultado.

Los dactiloscopistas saben que eso – que dos gemelos tengan las mismas huellas -, en su campo, no ha ocurrido hasta la fecha, pero ese conocimiento es fruto de su experiencia. Los genetistas saben, sin embargo, que eso, en su campo, tiene una explicación científica que conocen a la perfección. Con independencia de estas consideraciones, lo cierto es que el cotejo del perfil del vestigio con los perfiles indubitados de los hermanos arroja exactamente el mismo resultado: un *match*.

Si la decisión sobre la fuente del vestigio recayera, exclusivamente, en el perito, informaría al Juez que sólo existe un 50% de probabilidad de que el sospechoso fuera el origen, pero intuitivamente nos damos cuenta que esa no puede ser la solución. El conocimiento de que es posible encontrar el mismo perfil genético en dos personas distintas es clave para entender que el *match* no implica, necesariamente, que se ha hallado la verdadera fuente del vestigio.

Desde una valoración clásica de un cotejo criminalístico, lo que acaba de describirse no tiene solución. Se parte de la base de que cada persona u objeto tiene características únicas e irrepetibles, por lo que el caso contemplado en el ejemplo no tiene encaje en ese presupuesto.

Sin embargo, para el Teorema de Bayes en forma de apuestas esa circunstancia no entraña problema alguno. Si nos apoyamos en la valoración bayesiana de la evidencia (el *match*) podríamos obtener una relación de verosimilitud de, por ejemplo, 10^{20} , si considerásemos que el candidato alternativo al sospechoso fuera alguien elegido al azar de su población de referencia. Esa relación de verosimilitud podemos representarla de la siguiente forma (la ecuación entre corchetes):

$$\frac{P(H_f|E,I)}{P(H_d|E,I)} = \left[\frac{P(E|H_f,I)}{P(E|H_d,I)} \right] \times \frac{P(H_f|I)}{P(H_d|I)},$$

donde H_f representa la hipótesis identificadora acorde con la hipótesis de los investigadores, H_d representa la hipótesis identificadora acorde con los intereses de la defensa, E representa la “evidencia”, es decir, el *match*, y la letra I , la información de contexto del caso que consideramos cierta y que es fruto del trabajo de los investigadores y de, quizá, otros peritos por otro tipo de pruebas.

La expresión a la izquierda de la igualdad es la denominada *apuesta a posteriori* y representa la relación entre las probabilidades de las hipótesis conocido el resultado del cotejo (el *match*) y la información de contexto del caso.

La expresión a la derecha de la relación de verosimilitudes es la denominada *apuesta a priori* y representa la relación de las mismas probabilidades del párrafo anterior pero antes de conocer el resultado del trabajo de los peritos.

De acuerdo con la fórmula de la relación de verosimilitudes (entre corchetes), no es difícil entender que, en el caso de los dos hermanos gemelos, el numerador y el denominador son exactamente iguales: la probabilidad de un *match* si es el hermano gemelo sospechoso es el origen del vestigio es igual a la unidad (suceso seguro); y la probabilidad de un *match* si es su hermano gemelo no sospechoso el origen del vestigio es también igual a la unidad (suceso igualmente seguro). La división aritmética daría como resultado, igualmente, la unidad.

Siendo lo anterior obvio, esta sería la solución:

$$\frac{P(H_f|E,I)}{P(H_d|E,I)} = \frac{P(H_f|I)}{P(H_d|I)},$$

es decir, la incidencia de la prueba pericial para la valoración de las probabilidades de las hipótesis identificadoras consideradas es nula, por lo que, si antes de hacer la prueba había un 50% de probabilidad de que alguno de los dos hermanos gemelos fuera el origen del vestigio, tras la prueba, es decir, tras las coincidencias de perfiles observadas, se mantendría la misma probabilidad. Sin embargo, si el investigador, por información adicional, considerase que la apuesta a priori fuera favorable hacia su sospechoso (por ejemplo, dos veces más: lo que se traduciría en un 66,33% de probabilidad inicial a favor de la hipótesis identificativa de que el origen del vestigio es el sospechoso), la apuesta a posteriori, es decir, una vez realizada la prueba, se mantendría en esos

mismos términos. El Teorema confirma la intuición. Por tanto, el Teorema de Bayes en forma de apuestas nos proporciona un marco de lógica de raciocinio perfectamente coincidente con nuestra intuición, justo en un supuesto en el que la lógica identificativa tradicional nos dejaría sin solución.

Como en cualquier cotejo criminalístico real es posible que los patrones comparados (dubitado e indubitado) presenten similitudes tales que puedan inducir al perito a concluir que ha observado un *match* – y tenemos en cuenta que no haya encontrado diferencias que lo impidan –, el Teorema de Bayes siempre nos permitirá encontrar una explicación lógica coincidente con lo observado e intuido. Por ejemplo, si existieran dos o más patrones de huellas indubitadas que indujeran a un perito dar una valoración positiva de coincidencia con la huella dubitada – y asumimos que el perito no comete en ello error alguno –, el Teorema de Bayes le permitiría defender conclusiones probabilísticas análogas al anterior ejemplo sin problemas (con dos patrones iguales, el 50%; con tres, el 33,33%, etc., asumiendo en esos casos que no haya más posibilidades que las referidas), con una lógica sin fisuras acorde con la teoría de la probabilidad.

Si, por ejemplo, el perito encontrara siete puntos característicos coincidentes entre todos los que hubiera sido capaz de encontrar en una huella dubitada parcial (suponemos que esa es toda la información que el perito ha podido hallar para el cotejo) y encontrase dos huellas indubitadas en la base de datos coincidentes con ellos, el Teorema de Bayes ofrece una solución lógica incontestable para sostener, sin información adicional que pudiera decantar al investigador hacia uno de los candidatos, que tienen la misma probabilidad de ser su fuente. No podemos saber cuál porque la base de datos no contiene todas las huellas posibles que pudieran tener el mismo patrón parcial encontrado.

Si el investigador utilizara información adicional y encontrase poderosas razones para relacionar la huella dubitada con quien considerase como principal sospechoso tras el resultado de la búsqueda en la base de datos, la hipótesis identificativa a posteriori a favor del sospechoso se incrementaría en esa misma medida. No se demostraría el origen de la huella dubitada pero se razonaría con una coherencia confirmada por la lógica-matemática. Y es que el Teorema de Bayes funciona igual de bien tanto si las hipótesis que se comparan son sólo mutuamente excluyentes como si son, además, exhaustivas.

El Teorema de Bayes en forma de apuesta combina información científica con información no científica de forma tal que preserva el estricto cumplimiento de las leyes de la lógica de acuerdo con los principios y teoremas de la teoría de la probabilidad.

Todo lo que se ha razonado en este apartado está relacionado con los conceptos de probabilidad clásico, frecuentista, como son las frecuencias alélicas de los marcadores de ADN, y subjetivo, como son las probabilidades a priori y a posteriori de las que se ha hablado. Sin esos conceptos de probabilidad – el bayesiano engloba al frecuentista – no se podría razonar con coherencia en casos como los que hemos descrito. Ignorar el concepto de probabilidad subjetiva, despreciarlo o estigmatizarlo, lleva a un callejón sin salida para resolver problemas reales.

No podemos terminar este apartado sin aclarar una cuestión importante: la diferencia entre los roles de los investigadores y la de los Jueces en cuanto a la determinación de la identidad de un sospechoso o de un objeto origen de un vestigio se refiere. Se ha razonado en este apartado desde los puntos de vista del perito y del investigador, pero no puede olvidarse que la prueba pericial la valoran los Jueces, aunque lo que se dilucide sea una cuestión tan meramente técnica como una identificación fundamentada en protocolos técnico-científicos.

El Teorema de Bayes permite tener en cuenta la diferencia de roles apuntada. Que un vestigio provenga de un individuo o de un objeto relacionados con la investigación criminal de unos hechos convierte al vestigio y a los objetos en piezas de convicción y al individuo como investigado (salvo

que su participación pueda justificarse como inocente). El Teorema de Bayes en forma de apuestas claramente determina que la *apuesta a priori* depende de la información de contexto del caso, lo cual la hace depender del Juez que instruye la causa plenamente, por más que el investigador (policial) facilite al Juez la información y elementos de prueba necesarios para que la causa se abra y continúe. Igualmente, la *apuesta a posteriori* es dependiente de esa misma información.

El rol del perito se circunscribe a valorar la fuerza de la evidencia mediante la relación de verosimilitudes. Aunque, ciertamente, bien podría el perito ayudar al Juez, técnicamente, a utilizar técnicas de inferencia estadística para que pueda tomar una decisión coherentemente razonada con la información de que disponga en cada momento del proceso (consúltese, por ejemplo, Lucena, 2017, páginas 111-116).

7.12 Hacia una comprensión más completa del paradigma estadístico bayesiano

7.12.1 Diferencias esenciales del paradigma estadístico bayesiano frente al frecuentista clásico

La clave del paradigma bayesiano está en entender que todas las incertidumbres que caracterizan un problema deben describirse mediante distribuciones de probabilidad (Bernardo et al., 2000).

Las probabilidades se interpretan como medidas condicionales de incertidumbre asociadas a la ocurrencia de un suceso particular supeditadas a la información disponible, los datos observados y las asunciones aceptadas sobre el mecanismo que haya generado los datos. Proporcionan medidas de personales grados de creencia sobre la ocurrencia de un suceso en tales condiciones.

La inferencia estadística sobre una cantidad de interés se describe como la modificación de la incertidumbre sobre su verdadero valor a la luz de la evidencia, y el Teorema de Bayes especifica cómo ha de hacerse todo eso.

Por tanto, bajo el paradigma bayesiano, la incertidumbre sobre un parámetro θ (por ejemplo, la media de una distribución gaussiana) que representa a la distribución de probabilidad de la que proceden las observaciones a partir de las cuales queremos realizar la inferencia, se modela a través de una distribución de probabilidad π , que llamamos distribución a priori, perteneciente al espacio paramétrico Θ , que resume el conocimiento que tenemos de los valores de θ antes de obtener las observaciones o datos.

El parámetro θ es tratado como una variable aleatoria al objeto de describir la incertidumbre sobre su verdadero valor y no su variabilidad (los parámetros son, normalmente, cantidades fijas).

El análisis estadístico bayesiano trata a los parámetros no observados como variables aleatorias, mientras que a los datos observados los trata como valores fijados. El análisis frecuentista hace todo lo contrario: trata a los datos como variables aleatorias, incluso una vez observados, y los parámetros los consideran como constantes fijas desconocidas a las que no cabe asignar distribución de probabilidad alguna.

Un modelo estadístico bayesiano tiene la siguiente estructura: un modelo estadístico paramétrico $\{f(x|\theta), \theta \in \Theta\}$, donde la función f representa una función de densidad de probabilidad conjunta o una función de masa de probabilidad conjunta de una muestra x (una secuencia de observaciones), y una distribución de probabilidad a priori sobre el parámetro $\pi(\theta)$.

Todas las probabilidades y funciones son subjetivas. La función $f(x|\theta)$ mide el personal grado de creencia de que los datos tomen ciertos valores dada una información hipotética de que θ toma un determinado valor. Y la distribución a priori mide el personal grado de creencia sobre el valor de θ antes de la observación de los datos. El Teorema de Bayes permite que la inicial información sobre

el valor del parámetro θ se actualice con la información contenida en los datos observados x . La inferencia se realiza sobre la distribución a posteriori $\pi(\theta|x)$ que se desarrolla como sigue:

$$\pi(\theta|x) = \frac{f(x|\theta)\pi(\theta)}{\int_{\Theta} f(x|\theta)\pi(\theta)d\theta} = \frac{f(x|\theta)\pi(\theta)}{f(x)},$$

donde $f(x)$ es la distribución marginal de x . Por tanto, la inferencia estadística sobre el parámetro θ se fundamenta en la modificación de la incertidumbre sobre su valor a la luz de la evidencia. Un valor de θ con función de densidad a priori igual a cero, conduciría a una densidad a posteriori igual a cero. De este modo, se asume que las distribuciones a priori son estrictamente positivas (Taroni et al., 2010, p. 101).

7.12.2 La evaluación de una probabilidad según Bruno de Finetti (de Finetti, 1937, capítulo II)

Hay dos procedimientos que han sido pensados para dar a las probabilidades un significado objetivo: el esquema de los casos equiprobables y la consideración de las frecuencias.

Con respecto al primero, un suceso ocurre o no ocurre. El grado de duda previo a su ocurrencia no puede calificarse de “razonable” o “correcto” antes de saber si el suceso ha ocurrido o no.

La relación entre la evaluación de las probabilidades y la predicción de las frecuencias viene dada por el siguiente teorema:

Sean E_1, E_2, \dots, E_n sucesos cualesquiera. No nos importa que sean entendidos como repeticiones de un mismo suceso, como así pudieran ser considerados por un estadístico frecuentista, o como sucesos distintos, como siempre los consideraría un estadístico bayesiano, por muy parecidos que fueran entre sí. Por tanto, el parecido entre ellos no nos importa sino su mera distinción.

Les asignamos probabilidades de ocurrencia p_1, p_2, \dots, p_n . Esas asignaciones las consideramos subjetivas, en el sentido de que dependerán de la información, experiencia y conocimientos que de esos sucesos tengamos antes de que ocurran.

Llamamos w_i a las probabilidades de que ocurran esos sucesos i veces: w_0 representa la probabilidad de que no ocurra ninguno de los n sucesos (frecuencia absoluta = 0); w_1 representa la probabilidad de que sólo ocurra uno de los n sucesos (frecuencia absoluta = 1); w_2 representa la probabilidad de que sólo ocurran dos de los n sucesos (frecuencia absoluta = 2); ... y w_n representa la probabilidad de que ocurran los n sucesos (frecuencia absoluta = n). Siendo esto así, se sigue que $w_0 + w_1 + \dots + w_n = 1$. Es fácil entenderlo porque cada w_i es la frecuencia de que ocurran los siguientes sucesos: “que ocurra uno de los n sucesos”, “que ocurran dos de los n sucesos”, ..., “que ocurran n de los n sucesos”. Se trata de sucesos excluyentes entre sí, es decir, no pueden ocurrir a la vez ninguno de ellos, y son exhaustivos, porque unidos entre sí conforman todas las posibilidades en el espacio de ocurrencia de los sucesos de interés. Por esas dos propiedades puede deducirse que las probabilidades de estos sucesos cumplan el requisito de que su suma sea la unidad: $w_0 + w_1 + \dots + w_n = 1$.

El teorema dice lo siguiente: $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 0 \times w_0 + 1 \times w_1 + \dots + n \times w_n$. En otras palabras, la suma de las probabilidades de ocurrencia de los n sucesos, es decir, si calculamos la probabilidad de que todos los n sucesos ocurran, cuando entre sí son excluyentes y, por eso, su unión se traduce en la suma de sus probabilidades aplicando la segunda ley de la teoría de la probabilidad, es igual a la suma de las probabilidades que representan la ocurrencia de un determinado número de sucesos (su frecuencia absoluta), entre ninguno a los n posibles.

La igualdad expresada en el problema puede expresarse también así: $\bar{p} = \bar{f}$, es decir, la media aritmética de las probabilidades p_i y la esperanza matemática de la frecuencia f se igualan. Para llegar a esta segunda igualdad sólo hay que dividir la primera por n :

$$\frac{p_1 + p_2 + \dots + p_n}{n} = (\sum_{i=1}^n p_i)/n = \bar{p} = (\sum_{f=0}^n f \times w_f)/n = \bar{f}.$$

La noción de esperanza matemática aquí tiene un significado subjetivo puesto que se define en relación a un juicio dado que asigna a los $n + 1$ posibles casos las probabilidades w_f .

Imaginemos que de los n sucesos posibles ocurren tres (no sabemos cuáles) y que consideramos que las probabilidades de los n sucesos posibles son equiprobables (todas valen p). La frecuencia absoluta de los sucesos acaecidos la conocemos y su valor es igual a 3. La probabilidad de que tres sucesos de los n posibles hayan sucedido (w_3) es igual a 1. Si aplicamos el teorema a este supuesto:

$$(n \times p)/n = p = (3 \times 1)/n = 3/n,$$

Esta cifra, $3/n$, sería la única evaluación posible de la probabilidad en este contexto. Si se diera el supuesto de que sólo ocurriera uno de los n posibles y que todos fueran equiprobables, el teorema nos diría que $p = 1/n$.

Si conocemos la frecuencia por adelantado, como antes, pero no sabemos las probabilidades de los n sucesos posibles, lo único que podemos deducir es que, aplicando el teorema: $\bar{p} = 3/n$. Si podemos fijar el valor de n , podemos conocer la media aritmética de las probabilidades de los sucesos y, de esta forma, el orden de magnitud genérico de las probabilidades. El ajuste de las probabilidades sólo podrá hacerse de forma subjetiva en función de la información, experiencia y conocimiento disponibles.

Si la frecuencia no es conocida, el teorema relaciona dos términos que depende, cada uno, de un juicio de probabilidad. La evaluación de las probabilidades p_i no está limitada por su media aritmética por algo acaecido objetivamente, sino a la evaluación de las otras probabilidades, las probabilidades w_f de las distintas frecuencias. Resulta ser una ventaja no tener que evaluar exactamente todas las w_f para aplicar la mencionada relación a la evaluación de las probabilidades p_i . Una muy vaga estimación de naturaleza cualitativa es suficiente, de hecho, para evaluar \bar{f} con suficiente precisión.

Resulta suficiente, por ejemplo, juzgar como “no muy probable” que la frecuencia relativa difiera notablemente de un cierto valor a , que equivale a estimar como muy pequeña la suma de todas las probabilidades w_f para las cuales $|f/n - a|$ no sea pequeño, de forma que, aproximadamente, $\bar{f} = a$.

Una vez valorada \bar{f} , nada cambia con respecto a lo que se dijo más arriba cuando la frecuencia fuera conocida: si los n eventos se considerasen equiprobables, su común probabilidad $p = \bar{f}$; si no ocurre así, algunas probabilidades se incrementarían y otras se decrementarían para que la media aritmética fuera \bar{f} .

Así es como normalmente evaluamos la probabilidad en muchos casos reales. Por ejemplo, la probabilidad de que un individuo, digamos Mr. A, muera a lo largo del año. En este caso, consideraríamos cuántos muertos ha habido en el año de la misma edad que Mr. A y que vivan en su mismo país. Supongamos que hubiera 13 fallecidos por cada 1000 habitantes en un año: $p = 0.013$. Todas las probabilidades serían equiprobables. Luego la probabilidad de que muera Mr. A es 0.013. Si hubiera factores que modificaran las probabilidades de un individuo a otro, la media 0.013 nos aporta una base para diferenciar la probabilidad de Mr. A de los otros individuos en función de las características que lo distinguieran.

El procedimiento descrito tiene tres fases sucesivas: (i) elegimos una clase de sucesos en la que incluimos el que queremos considerar; (ii) predecimos la frecuencia; (iii) comparamos la probabilidad media de los sucesos singulares con la probabilidad del suceso en cuestión.

Estos aspectos son subjetivistas – afirma Bruno de Finetti –:

- La elección de una clase de sucesos es, en sí misma, arbitraria; si elegimos “sucesos similares” es para hacer más fácil la aplicación del procedimiento, es decir, para facilitar la predicción de la frecuencia y la comparación entre las probabilidades. Esta restricción no es esencial y su significado es muy vago; en el anterior ejemplo, podríamos elegir individuos que tuvieran la misma profesión – no de la misma edad y del mismo país –, la misma altura, o de la misma profesión y localidad de residencia, etc. En todos esos casos podríamos observar una similitud equivalente. Nada impide que adoptemos cualquier agrupación a priori de los sucesos que nos interesan. Por ejemplo, podríamos considerar la muerte de Mr. A durante el año para una reclamación relacionada con todas las pólizas de seguro firmadas por él en el pasado, como podría ser una póliza contra incendios, un seguro de viaje, u otros; desde un cierto punto de vista, todos esos sucesos son “similares”. Esa es la razón por la que evitamos expresiones como “pruebas de un mismo suceso”, “sucesos que pueden ser repetidos”, etc., y, en general, todas las consideraciones frecuenciales que presupongan una clasificación de sucesos, concebida como rígida y esencial, en clases, o colecciones o series. Todas las clasificaciones de esta clase sólo tienen una función auxiliar y un valor arbitrario.
- La predicción de la frecuencia se basa, generalmente, en la hipótesis de que su valor permanece casi constante: en nuestro ejemplo, la convicción de que la proporción de muertes de 13 por cada mil habitantes tiene su origen en la observación de que en años anteriores la proporción de muertes por cada mil habitantes fue, aproximadamente, esa misma cifra. Las razones que justifican esta predicción se analizarán más adelante. Puede decirse que ese tipo de predicciones se hacen más difíciles cuanto más restringida sea la clase a la que pertenezcan los sucesos.
- La comparación entre las distintas probabilidades es más compleja en la medida en que haya más sucesos y sean menos homogéneos. La dificultad se reduce al mínimo cuando se perciba que los sucesos sean equiprobables. Si queremos estimar el espesor de una hoja de papel, podemos estimar, primeramente, el espesor de un conjunto de n hojas, en la que esté insertada la hoja de papel, y luego estimar el grado en que las distintas hojas de papel tienen el mismo espesor. El espesor es más fácil estimarlo cuanto mayor sea el conjunto de n hojas. La dificultad de comparar el espesor de las hojas entre sí se aminora si seleccionamos aquellas hojas del conjunto que pensemos que tienen el mismo espesor que la hoja en la que estamos interesados. De este modo, el criterio basado en la noción de frecuencia se reduce, como el basado en sucesos equiprobables, a un método práctico que enlaza ciertas evaluaciones subjetivas de la probabilidad a otras evaluaciones, también subjetivas, pero preferibles, bien porque son más accesibles a una estimación directa, o porque una estimación burda o de naturaleza puramente cualitativa podría bastar para las conclusiones esperadas. A priori, cuando aceptamos el punto de vista subjetivista, así debe ser el significado efectivo y el valor de cualquier criterio.

Cuando predecimos frecuencias relacionamos la evaluación de p_i con la evaluación de w_i , así como a una comparación entre las p_i . La estimación de w_i no necesita ser más que una estimación burda, de forma que nos permita determinar p_i suficientemente cerca. Es necesario remarcar que esta predicción de la frecuencia no es otra cosa que una evaluación de w_i ; no es una profecía que podamos llamar correcta si la frecuencia es igual o próxima a \bar{f} , y falsa en caso contrario. Todas las frecuencias: $0/n$, $1/n$, $2/n$, ..., n/n son posibles, y cualquiera que fuere la frecuencia en la práctica, ninguna será correcta o errónea si nuestro juicio consiste en atribuir a los $n + 1$ casos posibles las probabilidades w_i , que conducen a un cierto valor:

$$\bar{p} = \bar{f} = \frac{w_1 + 2w_2 + 3w_3 + \dots + nw_n}{n}.$$

Ninguna relación entre probabilidades y frecuencias tiene un carácter empírico. La frecuencia observada, cualquiera que fuere, es siempre compatible con todas las opiniones concernientes a las distintas probabilidades. Esas opiniones, por tanto, no pueden ser confirmadas, ni refutadas. Lo único que hay que hacer es sustituir la inicial evaluación de la probabilidad con la probabilidad condicionada a la ocurrencia de los hechos que han sido ya observados. Esas probabilidades pueden ser muy distintas entre sí y el cambio no puede interpretarse como una corrección de una opinión que ha sido refutada.

7.12.3 Cómo calcular probabilidades predictivas

Situémonos en el contexto de la realización de inferencias a partir de datos estadísticos. Nos valemos de la detallada explicación que sobre el tema ofrece (Taroni et al., 2010, páginas 51-52).

El problema fundamental de la inferencia estadística es el uso de una secuencia de observaciones $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ de cantidades aleatorias, que son el resultado de observaciones realizadas antes de tomar una decisión, para realizar predicciones sobre otro conjunto de observaciones $y = (x_{m+1}, x_{m+2}, \dots, x_n)$ de cantidades aleatorias, todavía desconocidas, que influirán en la toma de la decisión.

No es fácil calcular probabilidades predictivas, $P(y|x)$, directamente, porque y no es independiente de x .

Para poderlo hacer tenemos que valernos de modelos probabilísticos de datos. Los modelos probabilísticos son hipótesis sobre la forma matemática de la distribución de probabilidad que proporciona las verosimilitudes de los resultados observados. Esta forma contiene una o más características de la población que denominamos parámetros, que son desconocidos. Los modelos permiten calcular las verosimilitudes para diferentes valores de los parámetros.

Vamos a expresar la verosimilitud de la secuencia de datos x dado un valor particular del parámetro θ mediante la notación $P(x|\theta)$. Un modelo probabilístico puede determinarse de forma tal que todas las observaciones sean independientes, condicionadas a cada valor particular del parámetro. Podemos escribir esto así:

$$P(x, y|\theta) = P(x_1, x_2, \dots, x_n|\theta) = \prod_{i=1}^n P(x_i|\theta).$$

La expresión de la izquierda de la ecuación es una probabilidad conjunta de observaciones, las disponibles antes de tomar la decisión y las futuras que queremos predecir a partir de las primeras, dado un modelo probabilístico con parámetro θ . La expresión de probabilidad situada en el centro expresa esa misma idea con más claridad al desarrollar todos los valores de las observaciones. Y la expresión de la derecha desarrolla cómo calcular la probabilidad conjunta aplicando la tercera ley de la probabilidad, teniendo en cuenta que se consideran las observaciones independientes, por eso se multiplican las verosimilitudes de cada valor de x_i .

Particularmente, las futuras observaciones se consideran independientes de las pasadas observaciones, dado el parámetro, lo que permite escribir lo siguiente:

$$P(y|\theta, x) = P(y|\theta).$$

Cuando decimos que el valor del parámetro es desconocido, se quiere significar que se trata de un valor teórico, postulado para explicar los datos y que puede ser estimado a partir de los datos.

Imaginemos una gran urna conteniendo una proporción desconocida de bolas blancas y negras que conforman una población. La urna es tan grande que, a efectos prácticos, no es posible sacar todas

sus bolas. La estimación de la proporción de bolas negras en la urna – nuestro parámetro – se realiza sobre la base de una secuencia finita, no muy larga, de extracciones de bolas que llamamos muestra. La probabilidad de cualquier secuencia de bolas extraídas la representamos mediante una distribución de probabilidad (una distribución hipergeométrica si las bolas se sacan sin reemplazamiento o una distribución binomial si hay reemplazamiento).

Supongamos que el espacio paramétrico Θ del problema que tratamos es un conjunto discreto, con valores enmarcados en un conjunto finito como en el ejemplo de la urna. Entonces, mediante la aplicación del teorema de probabilidad total o, en términos bayesianos, aplicando la extensión de la conversación, sobre los elementos θ de Θ , obtenemos la siguiente probabilidad predictiva:

$$P(y|x) = \sum_{\Theta} P(y, \theta|x) = \sum_{\Theta} P(y|\theta, x) P(\theta|x).$$

Para pasar del sumatorio intermedio al de la derecha simplemente hemos aplicado la tercera ley de la probabilidad.

La fórmula a la que hemos llegado puede simplificarse de la siguiente manera debido a la independencia entre las observaciones de x e y .

$$P(y|x) = \sum_{\Theta} P(y|\theta) P(\theta|x).$$

El primer término del sumatorio de la derecha, $P(y|\theta)$, puede calcularse de la siguiente forma:

$$P(y|\theta) = P(x_{m+1}, x_{m+2}, \dots, x_n|\theta) = \prod_{i=m+1}^n P(x_i|\theta).$$

Y el segundo, mediante la aplicación del Teorema de Bayes, necesitando que utilicemos nuestras creencias iniciales sobre los valores de θ , antes de observar la secuencia de observaciones x , representadas mediante las probabilidades a priori $P(\theta)$:

$$P(\theta|x) = \frac{P(x|\theta)P(\theta)}{\sum_{\Theta} P(x|\theta)P(\theta)}.$$

7.12.4 Concepto de intercambiabilidad

Para entender este concepto esencial en el bayesianismo, nos valemos, siguiendo a (Taroni et al., 2010, página 55), de un ejemplo sencillo consistente en una secuencia de n observaciones expresadas mediante números reales de una cantidad aleatoria X que expresamos del siguiente modo:

$$(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n),$$

y supongamos que la probabilidad p de obtener esa secuencia de observaciones, con independencia del orden en que aparezcan y de acuerdo con la información disponible, es siempre la misma. Decimos entonces que p , con esta propiedad, es simétrica o invariante. Cada cambio de orden de los elementos de una misma secuencia lo denominamos permutación.

Si lanzamos una moneda equilibrada al aire dos veces, que tiene dos resultados posibles: ($X_1 = cara, X_2 = cruz$), la probabilidad que suponemos que tienen las secuencias “cara, cruz” o “cruz, cara”, asumiendo que los lanzamientos han sido hechos en igualdad de condiciones, es idéntica. ¿Por qué? Porque pensamos que la diferencia de orden no influye en la probabilidad de la secuencia. Este

sería un ejemplo del concepto de intercambiabilidad: el nombre procede de que la probabilidad de la secuencia no varía si cambian de orden sus elementos u observaciones.

Por tanto, la secuencia se dice que es finitamente intercambiable y la probabilidad p de la secuencia se dice que es una asignación de probabilidad intercambiable.

Otro ejemplo de secuencia finitamente intercambiable podría ser la secuencia de medidas analíticas sobre una misma muestra, con el mismo procedimiento, en un mismo laboratorio. Si, por ejemplo, esas medidas y procedimientos sobre la misma muestra lo hicieran laboratorios diferentes, podríamos dudar de que la condición de intercambiabilidad se cumpliera en ese caso.

Este concepto nos recuerda el clásico concepto de independencia condicional dado un parámetro o de muestra aleatoria, como concepto derivado. En el primer caso el parámetro sería la probabilidad p y la independencia condicional se percibe en las secuencias distintas entre sí por tener observaciones diferentes (no lo serían secuencias con las mismas observaciones cambiadas de orden). En el segundo, cada secuencia sería una muestra y la aleatoriedad se deriva de la distinción de sus observaciones sin una ley prefijada. Por tanto, el concepto de intercambiabilidad se relaciona con el de aleatoriedad.

Una secuencia intercambiable finita se dice que es extensible si forma parte de una secuencia intercambiable más larga. Las secuencias intercambiables reales son de esta clase: el resultado de cualquier experimento puede considerarse como parte de una mayor, aunque finita, secuencia de observaciones que puede obtenerse mediante réplicas del experimento. Una secuencia intercambiable infinita es una secuencia intercambiable extensible infinita, siendo intercambiable cada una de sus posibles subsecuencias.

7.12.5 Sucesos intercambiables según de Finetti (de Finetti, 1937, capítulo III)

¿Por qué estamos obligados, en la mayoría de los problemas, a evaluar una probabilidad de acuerdo con la observación de una frecuencia? Esta pregunta trata sobre las relaciones entre la observación de frecuencias pasadas y la predicción de frecuencias futuras, cobrando estas últimas un nuevo significado cuando nos planteamos si la experiencia puede confirmarlas o refutarlas.

Supongamos que jugamos a cara o cruz con una moneda que no parece equilibrada. La probabilidad de obtener “cara” en la primera, segunda, ..., n -ésima tirada, es decir, las probabilidades $P(E_1)$, $P(E_2)$, ..., $P(E_n)$, ..., de los sucesos E_1 , E_2 , ..., E_n , ..., consiste en la probabilidad de que salga cara en las distintas tiradas. Sólo pueden evaluarse calculando a priori el efecto de la aparente irregularidad de la moneda.

Si queremos conocer las probabilidades “correctas” en futuras tiradas, podríamos utilizar los resultados de las tiradas anteriores: “corregimos” la evaluación de $P(E_{n+1})$ después de la observación de las tiradas E_1 , E_2 , ..., E_n .

De acuerdo con Bruno de Finetti, este modo de razonar es inaceptable. Primero porque presupone la existencia objetiva de probabilidades desconocidas. Y segundo, porque no ha sido el problema formulado correctamente. La probabilidad que se quiere evaluar, $P(E_{n+1})$, con el conocimiento de un cierto resultado A , fruto de n pruebas anteriores, no es $P(E_{n+1})$ sino $P(E_{n+1}|A)$.

Para ser exactos: $A = E_{i_1} E_{i_2} \dots E_{i_r} \bar{E}_{j_1} \bar{E}_{j_2} \dots \bar{E}_{j_s} (r + s = n)$, es decir, el suceso A está formado por sucesos E_i que indican que ha salido “cara” y sucesos \bar{E}_j que indican que ha salido cruz. La probabilidad $P(E_{n+1}|A)$ es una probabilidad condicional, y hemos de aplicar la tercera ley de la probabilidad para razonar inductivamente con arreglo a la lógica aplicable:

$$P(E_{n+1}|A) = \frac{P(A \cap E_{n+1})}{P(A)};$$

por lo que el razonamiento expuesto no es novedad alguna. La probabilidad que buscamos depende de la probabilidad a priori y no la reemplaza.

La conocida forma de pensar de que la probabilidad buscada se corresponderá con la frecuencia a largo plazo del suceso "cara" se verá finalmente corroborada, pero de acuerdo con la propiedad de la intercambiabilidad y una interpretación subjetiva de la probabilidad.

El problema consiste en evaluar las probabilidades de todos los posibles resultados de las n primeras pruebas (sea n un número cualquiera). Estos posibles resultados son las variaciones con repetición de 2 elementos tomados de n en n : 2^n . Si se han utilizado variaciones con repetición es porque los resultados de cara tirada pueden repetirse de una vez a otra y el orden en que salen es importante.

La expresión combinatoria $\binom{n}{n} = \frac{n!}{n! \times (n-n)!} = \frac{n!}{n! \times 0!} = \frac{n!}{n! \times 1} = 1$, representa el número de veces en que se repiten n veces el resultado "cara" y ninguna vez el resultado cruz" en n tiradas; $\binom{n}{n-1} = n$, representa el número de veces en que se repiten $(n-1)$ ocurrencias de "cara" y una ocurrencia de "cruz" en n tiradas; $\binom{n}{r} = \frac{n!}{r! \times (n-r)!}$ representa el número de veces en que se repiten r ocurrencias de "cara" y $(n-r)$ ocurrencias de "cruz" en n tiradas.

Si designamos mediante la notación $w_r^{(n)}$ la probabilidad de que obtengamos en n tiradas, en cualquier orden, r ocurrencias de "cara" y $(n-r)$ ocurrencias de "cruz", será la suma de las probabilidades de $\binom{n}{r}$ formas distintas en las que podamos obtener ese resultado. La media de esas probabilidades será: $w_r^{(n)} / \binom{n}{r}$.

Habiendo agrupado los 2^n resultados de la forma descrita, podemos distinguir, útilmente aunque arbitrariamente, dos clases de variación en las probabilidades: la primera es que disponemos de una probabilidad promedio que es mayor o menor por cada frecuencia y la segunda es que disponemos también de una subdivisión más o menos uniforme de las probabilidades $w_r^{(n)}$ entre los distintos resultados de igual frecuencia que sólo difieren entre sí en el orden de sucesión de pruebas favorables o desfavorables. En general, se asignarán distintas probabilidades, dependiendo del orden, siempre que se suponga que una tirada ejerce su influencia sobre la tirada subsiguiente, o que varíen las circunstancias exteriores, etc.; sin embargo, resulta especialmente interesante estudiar el caso en el que las probabilidades no dependan del orden de las tiradas. En este caso, cada resultado que tenga la misma frecuencia r/n en n tiradas, tiene la misma probabilidad, que resulta ser $w_r^{(n)} / \binom{n}{r}$. Si se satisface esta condición, diremos que los sucesos de la clase considerada, es decir, las distintas tiradas en el ejemplo de las tiradas de una moneda, son *intercambiables* (en relación a nuestro juicio de probabilidad).

Resulta prácticamente obvio que la definición de la intercambiabilidad nos conduce al siguiente resultado: la probabilidad de que n determinadas pruebas tengan siempre el mismo resultado favorable es siempre la misma, cualesquiera que sean las n elegidas. Esa probabilidad será igual a $w_n = w_n^{(n)}$, puesto que los primeros n casos constituyen una particular elección de una secuencia de n elementos. Inversamente, si las probabilidades de los sucesos tienen esta propiedad, los sucesos son intercambiables, puesto que, como se verá más tarde, de esta propiedad se sigue que todos los resultados con r casos favorables y s casos no favorables en n pruebas, tienen la misma probabilidad:

$$w_r^{(n)} / \binom{n}{r}.$$

Hemos obtenido otra conclusión: la probabilidad de que obtengamos r tiradas favorables y s no favorables será siempre $w_r^{(n)} / \binom{n}{r}$ (con $n = r + s$), no sólo con las n primeras tiradas en el orden original sino en el caso de cualesquiera otras n tiradas.

Podemos, auxiliándonos de todo lo anterior, escribir una nueva definición de la probabilidad de cualquier suceso E condicionado a la hipótesis A , es decir, $P(E | A)$. La hipótesis A consiste en que se han obtenido r resultados favorables y s desfavorables. Lo nuevo consiste en afirmar que esa probabilidad condicional no depende de los sucesos elegidos sino simplemente de los resultados r y s (también puede decirse que sólo dependen de r y $n = r + s$). Si:

$$P(A) = \frac{w_r^{(n)}}{\binom{n}{r}} \text{ y } P(A \cap E) = \frac{w_{r+1}^{(n+1)}}{\binom{n+1}{r+1}}, \text{ entonces } P(E|A) = \frac{r+1}{n+1} \left(\frac{w_{r+1}^{(n+1)}}{w_r^{(n)}} \right) = p_r^{(n)}, \text{ una función de } n \text{ y } r \text{ solamente.}$$

Supuesto lo anterior, se sigue que para cada secuencia de n tiradas, la probabilidad de que sean favorables será:

$$w_n = p_0^{(0)} \times p_1^{(1)} \times \dots \times p_{n-1}^{(n-1)}.$$

Termina de Finetti diciendo que, en general, puede fácilmente verse que en el caso de sucesos intercambiables, el problema de las probabilidades $E_{i_1} E_{i_2} \dots E_{i_n}$ no depende de la elección de los distintos índices i_1, \dots, i_n , sino sólo de las probabilidades w_0, \dots, w_n . Este hecho, justifica la denominación de "sucesos intercambiables". Cuando se satisface la condición referida, cualquier problema se determina perfectamente mediante sucesos *genéricos*.

El desarrollo de la expresión $w_r^{(n)} / \binom{n}{r} = (-1)^s \Delta^s w_r$ queda fuera del alcance de esta obra y para quienes estén interesados les remitimos al artículo original de Bruno de Finetti.

7.12.6 Teoremas de la representación

Los resultados más importantes que se obtienen con la propiedad de la intercambiabilidad son los denominados teoremas de la representación. Pueden describirse, informalmente, del siguiente modo (Taroni et al, 2010, p. 56): "si p es nuestra asignación de probabilidad sobre una secuencia de cantidades aleatorias indefinidamente extensible, nuestro grado de creencia puede representarse como si fuera obtenido extendiendo la conversación a un conjunto contable¹⁷⁰ de modelos probabilísticos con una asignación (subjativa) de probabilidad μ sobre este conjunto."

El teorema de representación de Bruno de Finetti puede enunciarse de la siguiente forma (Taroni et al., 2010, página 57): si p es una asignación de probabilidad intercambiable, para nosotros, sobre una secuencia indefinidamente extensible de cantidades aleatorias binarias (x_1, x_2, \dots, x_n) , que toman valores $\{0, 1\}$, significando por ejemplo "verdadero" o "falso", o "éxito" y "fallo", entonces la intercambiabilidad nos permite especificar la forma de la distribución de las observaciones, concretamente la distribución binomial o de Bernoulli, y existe una medida de probabilidad a priori μ tal que, para cualquier conjunto finito de observaciones (x_1, x_2, \dots, x_n) :

¹⁷⁰ Un conjunto contable puede definirse como aquél cuyos miembros (si tiene) pueden listarse, apareciendo cada uno en la posición i -ésima de un total finito de miembros n (donde $i = 1, \dots, n$). Cualquier conjunto finito es contable en este sentido. Algunos infinitos también, como el conjunto de los números enteros positivos.

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) = \int_0^1 \prod_{i=1}^n \theta^{x_i} (1 - \theta)^{1-x_i} \mu(\theta) d\theta,$$

donde θ es el límite de la frecuencia relativa de 1's (de "éxitos"), cuando n tiende a infinito (existe el límite por la ley fuerte de los grandes números). Por tanto, μ representa el valor de ese límite.

En otras palabras, si asignamos la misma probabilidad a todas las secuencias de longitud n con el mismo número de 1's, es decir, sólo importa el número de 1's en n pruebas y no el orden en que se observan, entonces cualquier secuencia finita de observaciones puede considerarse como una mezcla ponderada única de extracciones con reemplazamiento de un conjunto de urnas finito, conteniendo bolas marcadas con 1 y 0 en diferentes proporciones θ (estas proporciones "ficticias" son, como tales, límites matemáticos, pero el teorema demuestra que existen). Las ponderaciones son las probabilidades μ 's que expresan nuestras creencias sobre la verdadera urna de la que se ha extraído la bola.

Aplicando el teorema de representación en el numerador y denominador de la siguiente fórmula (esta fórmula es que la se utiliza en el entorno bayesiano para la estimación del parámetro, es decir, para adaptar nuestras creencias sobre el valor del parámetro una vez observada la secuencia de datos x):

$$P(\theta|x) = \frac{P(x|\theta)P(\theta)}{\sum_{\Theta} P(x|\theta)P(\theta)},$$

podemos adaptar nuestras creencias sobre la verdadera urna sobre la base de pruebas anteriores y, posteriormente, a través de la expresión:

$$P(y|x) = \sum_{\Theta} P(y|\theta) P(\theta|x),$$

la probabilidad de éxito en la siguiente prueba o la probabilidad de observar una frecuencia relativa fijada de éxito en futuras secuencias de prueba, junto con cualquier otra información de la que dispongamos (nuestras probabilidades μ).

El uso de modelos probabilísticos puede justificarse como consecuencia lógica del hecho de que nuestras creencias satisfacen la propiedad de la intercambiabilidad.

7.12.7 Aplicaciones prácticas de la inferencia bayesiana en ciencia forense

La inferencia bayesiana es un modo de hacer inferencia estadística cuyas aplicaciones son tan amplias como las abordadas por la inferencia clásica. Aunque esta obra se ha centrado en los cotejos criminalísticos, se han tenido en cuenta aspectos relacionados con la discusión filosófica como la relación entre los conceptos de frecuencia relativa y probabilidad, sobre todo por el uso que de las frecuencias relativas observadas se realiza para predecir probabilidades futuras.

Los anteriores apartados de esta sección han servido para explicar conceptos clave de la inferencia estadística bayesiana que, de una u otra manera, se han citado a lo largo de esta obra. No es propósito de ella desarrollar esos contenidos abordando cuestiones prácticas. El lector interesado en estos aspectos tendrá que enfrentarse al rigor de la lógica matemática como la que puede encontrar en (Taroni et al., 2010).

CAPÍTULO 8: UNA HISTORIA DE ÉXITO

8.1 Los primeros años de formación e investigación del Departamento de Acústica e Imagen del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil

Cuando se creó el Departamento de Acústica e Imagen en el seno de la Jefatura de Investigación y Criminalística de la Guardia Civil en enero de 1992, sus primeros integrantes iniciaron un periodo de formación en distintas entidades universitarias públicas españolas (Politécnicas de Madrid y Cartagena, Facultad de Medicina de la Universidad de Murcia e Instituto de Filología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas) que se prolongó durante un periodo de 7 años. Al mismo tiempo y en el periodo de temporal señalado, con las tres primeras de las entidades mencionadas se realizaron trabajos de investigación, financiados con Convenios de Colaboración firmados por la Secretaría de Estado de la Seguridad y los Rectores correspondientes, que permitieron realizar bases de datos de voces en distintas condiciones técnicas y desarrollar prototipos de sistemas automáticos de reconocimiento de locutores en entorno forense para su aplicación en laboratorios oficiales.

Los principales responsables del nuevo Departamento decidieron seguir la línea de investigación mencionada porque quisieron conocer la tasa de error de un perito realizando cotejos de voces en entorno forense, lo que obligaba a someter a control experimental cualquier metodología que se escogiera para ese fin. La principal metodología utilizada por laboratorios policiales análogos al de la Guardia Civil en el mundo, en aquellas fechas, era una derivación de la inicialmente denominada "Voiceprint", desarrollada en los Estados Unidos en la década de los setenta del pasado siglo y esparcida por el mundo en las dos décadas posteriores. El informe de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos sobre esa metodología en el año 1979, muy crítico con ella desde una perspectiva meramente científica, puso en alerta a los responsables del Departamento, los cuales advirtieron que la tecnología que auxiliaba a los expertos en fonética y filología forenses a realizar sus observaciones y mediciones venía de la mano de ingenieros expertos en procesado de la señal, vinculados primordialmente a la ingeniería de telecomunicaciones.

De ahí que la formación de los que serían luego los primeros especialistas del laboratorio de la Guardia Civil en cotejo de voces se recibiera, principalmente, en Escuelas Politécnicas, como la de Madrid y Cartagena, con un complemento formativo necesario en la Facultad de Medicina de Murcia para conocer la fisiología del aparato fonador y las principales enfermedades que alteran su normal funcionamiento, así como los necesarios fundamentos lingüísticos, principalmente fonéticos y filológicos, para entender la génesis del habla, que recibieron de lingüistas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

La actual Área de Acústica del Departamento de Ingeniería del Servicio de Criminalística fue una de las primeras Unidades policiales en el mundo en utilizar, oficialmente, un sistema automático de reconocimiento de locutores por sus voces. La primera versión, denominada Identivox, fue desarrollada por el Área de Tratamiento de Voz y Señales (ATVS) adscrita entonces a la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid en 1998. Sus principales investigadores fueron los profesores Javier Ortega García y Joaquín González Rodríguez, líderes del grupo investigador ATVS y doctores ingenieros en telecomunicación, especialistas en procesado de la señal, discípulos del doctor Luis Alfonso Hernández Gómez, de la Escuela Técnica Superior en Ingeniería de las Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

Esta primera versión se utilizó, por primera vez, en un cotejo oficial, en el contexto de una comparación en conjunto cerrado – una clasificación de locutores - formado por las voces de una escucha telefónica. Se emitió el informe en diciembre de 1999. Habían transcurrido ocho años desde que el Departamento de Acústica e Imagen abriera sus puertas, siendo el cotejo de voces el motivo principal de su creación, aunque no el único, como su propio nombre indica. Su tecnología se dio a conocer internacionalmente (González et al., 2000) en los congresos de la Academia Europea de

Ciencias Forenses de ENFSI (European Network of Forensic Science Institutes) y en ámbito nacional en el primer congreso de la Sociedad Española de Acústica Forense celebrado en Madrid, del 5 al 6 de octubre del año 2000 (Lucena et al., 2000).

Asumiendo que la información obtenida en una investigación policial, normalmente de varios meses de duración si se han tenido que realizar escuchas telefónicas, merecía crédito, los expertos en voz de la Guardia Civil utilizaron su sistema automático de identificación de voz para comprobar si las asignaciones de identidad realizadas por los investigadores en las escuchas, eran corroboradas por un sistema de reconocimiento de voces que operaba de forma automática, aunque esta forma de denominar el funcionamiento del sistema no fuera del todo cierta por los trabajos de pre-procesado necesarios por los expertos para poder realizar la comparativa.

En el periodo 2000-2003, ambos años límite incluidos, los informes de la Guardia Civil tenían ese contexto técnico-operativo, es decir, se circunscribían a escuchas telefónicas, principalmente vinculadas a investigaciones de delitos relacionados con el tráfico de estupefacientes y utilizaban los tests de significancia de la teoría estadística de Neyman-Pearson-Fisher para interpretar estadísticamente los resultados alcanzados.

El sistema automático IdentiVox modelaba las voces de los locutores mediante un entrenamiento de un modelo de mezclas de gaussianas (conocidas como modelos GMM) y permitía parametrizar las voces cuestionadas de forma que pudieran compararse con los modelos. Los tests estadísticos permitían a los expertos valorar en qué medida había discrepancia entre las asignaciones de identidad realizadas por los investigadores y los resultados de la prueba de clasificación de voces en el conjunto cerrado de las voces de una escucha telefónica, previamente delimitadas por los investigadores.

La metodología estadística citada fue pensada para la toma de decisiones y no para interpretar estadísticamente el valor evidencial del resultado de un cotejo, pero en aquellos tiempos era la metodología dominante en la ciencia experimental y la que se enseñaba en las universidades de forma generalizada. IDENTIVOX fue evaluado en el método de clasificación en Díaz Gómez et al. 2003.

En ese camino de evolución tecnológica hacia la consecución de un sistema automático de reconocimiento de locutores utilizable en entorno forense, resulta relevante la continuada participación del grupo de investigación ATVS en las evaluaciones SRE (Speaker Recognition Evaluations) del NIST (National Institute of Standards and Technologies de los Estados Unidos), perteneciente al Departamento de Comercio norteamericano, desde el año 2000; en los congresos INTERSPEECH promovidos por ISCA (International Speech Communication Association) y en los congresos bianuales Odissey (The Speaker and Language Recognition Workshop) vinculados a ISCA, entre otros. Sus investigadores pudieran así seguir, muy de cerca, los avances tecnológicos que, año a año, valía la pena incorporar en el desarrollo del sistema forense.

El cambio de metodología estadística se operó en el año 2004, con la versión del sistema automático bautizada por sus diseñadores como IdentiVox-LR. No fue nada sencillo – en el párrafo anterior se señalan algunos hitos que explican el éxito científico alcanzado - llegar a esa versión, buscada desde el año 1998 después de que el profesor Joaquín González Rodríguez asistiera a una ponencia del profesor Christophe Champod, de la Universidad de Lausana (Suiza), en un congreso internacional para investigadores en procesado de la voz en la localidad francesa de Avignon (Congreso internacional RLAC2 de la ESCA – European Speech Communication Association).

La versión forense IdentiVox-LR tuvo las siguientes características técnicas principales:

- a) Sistema de análisis espectral en tiempo corto e independiente de texto basado en coeficientes MFFC – coeficientes cepstrales en escala Mel - (Davis et al., 1980, páginas 357–366; Plumpe et al., 1999, páginas 569–586);
- b) Aproximación de modelado generativo GMM-UBM (Modelos de mezclas de gaussianas – Modelo genérico universal) (Reynolds et al., 2000, páginas 19–41);
- c) Adaptación de máximo a posteriori (MAP) del modelo de locutor GMM frente al modelo genérico universal UBM;
- d) Puntuación con normalización Z para disponer de una distribución interlocutor común para todos los locutores;
- e) Puntuación con normalización T (Auckenthaler et al., 2000, páginas 42–54) como un tipo de normalización con respecto a la duración de los ficheros de test.
- f) Técnicas de normalización de puntuaciones debido a la influencia del canal de transmisión de la voz CMN-RASTA-Warping (Furui, 1981, páginas 254–272; Hermansky et al., 1994, páginas 578–589; Pelecanos et al., 2001, páginas 213–218).

8.2 Uso forense de la tecnología de ATVS en reconocimiento de locutores

La tecnología del grupo ATVS fue transferida a la empresa AGNITIO S.L. (www.agnitio-corp.com) en el año 2004. El primer núcleo tecnológico de reconocimiento de locutor transferido recibió el nombre de COREVOX 1.0 y el nombre comercial de IdentiVox-LR fue BATVOX.

Después de detectar algunos problemas en la aplicación del software IdentiVox-LR a los tres primeros casos reales, se introdujo la normalización D en las puntuaciones (Ben et al., 2002, páginas 689–692) para evitar su dependencia de las longitudes de los modelos de entrenamiento.

El trabajo desarrollado por J. B. Tapias (Tapias, 2005), a requerimiento de AGNITIO S.L. para estudiar los problemas prácticos detectados, fue de esencial importancia para que los peritos confiaran plenamente en los resultados del sistema automático aplicado en casos reales, puesto que entonces no habían sido publicados los trabajos de N. Brummer y J. Du Preez (Brummer et al., 2006, páginas 230–275) y D. Ramos (2007, PhD) sobre calibración de los LR que explicaban los fenómenos empíricamente advertidos. AGNITIO también contribuyó eficazmente a esa evaluación con su personal especializado (Moreno et al., 2005).

La enorme variabilidad de las muestras de voz, extremada en las grabaciones realizadas en entornos forenses, llevó a quien escribe a idear la posibilidad de utilizar las denominadas curvas Tippett para detectar LR descalibrados (Lucena, 2017, páginas 117-135) todo ello en conformidad con los resultados empíricos y recomendaciones ofrecidas en el trabajo de J.B. Tapias (2005) y Moreno et al. (2005).

Si llamamos *modelo indubitado* a las características de la voz de un individuo conocido, construido a partir de muestras de voz de dicho individuo y representativo de su modo de hablar, por un lado, y llamamos *modelo de población de referencia* a las características de la voz de un individuo conocido, igualmente, pero que se utiliza como un modelo representativo del modo de hablar de los individuos de la población (la población puede referirse a los que hablan un determinado idioma, o hablan un determinado idioma a través de micrófono, etc.) por otro, podemos idear un experimento para evaluar las características de funcionamiento de un sistema automático de reconocimiento de locutores por sus voces de la siguiente forma:

- a) Tenemos a nuestra disposición, grabaciones de voces de un número determinado de individuos conocidos.

- b) Tenemos suficiente voz de cada individuo como para entrenar un modelo indubitado de su voz, por un lado, y tener ficheros de voces de cada individuo que nos permitan hacer cotejos con los modelos indubitados, por otro.
- c) Comparamos los ficheros de voces no utilizados para entrenar los modelos indubitados de cada individuo con todos los modelos indubitados disponibles, sin excepción.
- d) Utilizamos, como población de referencia, modelos de individuos conocidos cuyas características de todo orden sean lo más parecidas posibles a las de los modelos indubitados y a las de los ficheros adicionales de cada individuo.

Resumiendo: disponemos de ficheros de voces de los individuos que sirven para hacer comparaciones con los modelos indubitados de esos mismos individuos. Cuando el fichero de test elegido se compara con el modelo indubitado del mismo individuo, obtenemos una puntuación de similitud que, en inglés, se denomina TARGET. Si el fichero de test elegido se compara con un modelo indubitado de un individuo distinto, obtenemos una puntuación que recibe el nombre de NON-TARGET. La población de referencia sirve para normalizar las puntuaciones de similitud. El concepto de normalización puede intuitivamente entenderse como análogo al rango con el que expresamos las probabilidades: entre 0 y 1, o entre 0% y 100%, es decir, sirve para que podamos comparar las puntuaciones de las comparaciones de voces utilizando una misma escala.

Una vez trazada la estructura básica del experimento, nos interesa comprobar en qué medida el sistema automático clasifica bien los ficheros de voces que utilizamos en la prueba en el sentido de que cuando se trate de una comparación TARGET, la puntuación del sistema nos ha de permitir clasificar correctamente el fichero con su origen, y cuando se trate de una comparación NON-TARGET, nos ha de permitir descartar la relación entre el fichero de test y el modelo indubitado.

Sin embargo, en un experimento con sistemas automáticos que calculan relaciones de verosimilitudes, las puntuaciones que otorga el sistema en una comparación no son las puntuaciones de similitud (denominadas SCORE en inglés) entre el fichero de test y el modelo indubitado con el que se ha comparado. Aunque se utilizan ese tipo de puntuaciones en el proceso de cálculo, hay un proceso ulterior que permite calcular las relaciones de verosimilitudes.

BATVOX permite observar al usuario, por cada comparación, dos distribuciones de puntuaciones de similitud o "scores": la distribución de puntuaciones INTRALOCUTOR, y la distribución de puntuaciones INTERLOCUTOR. La primera se obtiene enfrentando la voz de un locutor con su modelo indubitado. La segunda enfrentando la voz de un locutor con los modelos indubitados de la población de referencia de individuos distintos al locutor mencionado. La relación de verosimilitudes se obtiene utilizando la puntuación de la comparación del fichero de test con el modelo indubitado en el eje de abscisas como lugar de referencia, para posteriormente dividir los valores, en el eje de ordenadas, de las densidades de las funciones de densidad de probabilidad que representan, matemáticamente, las distribuciones INTRALOCUTOR e INTERLOCUTOR (figura 4).

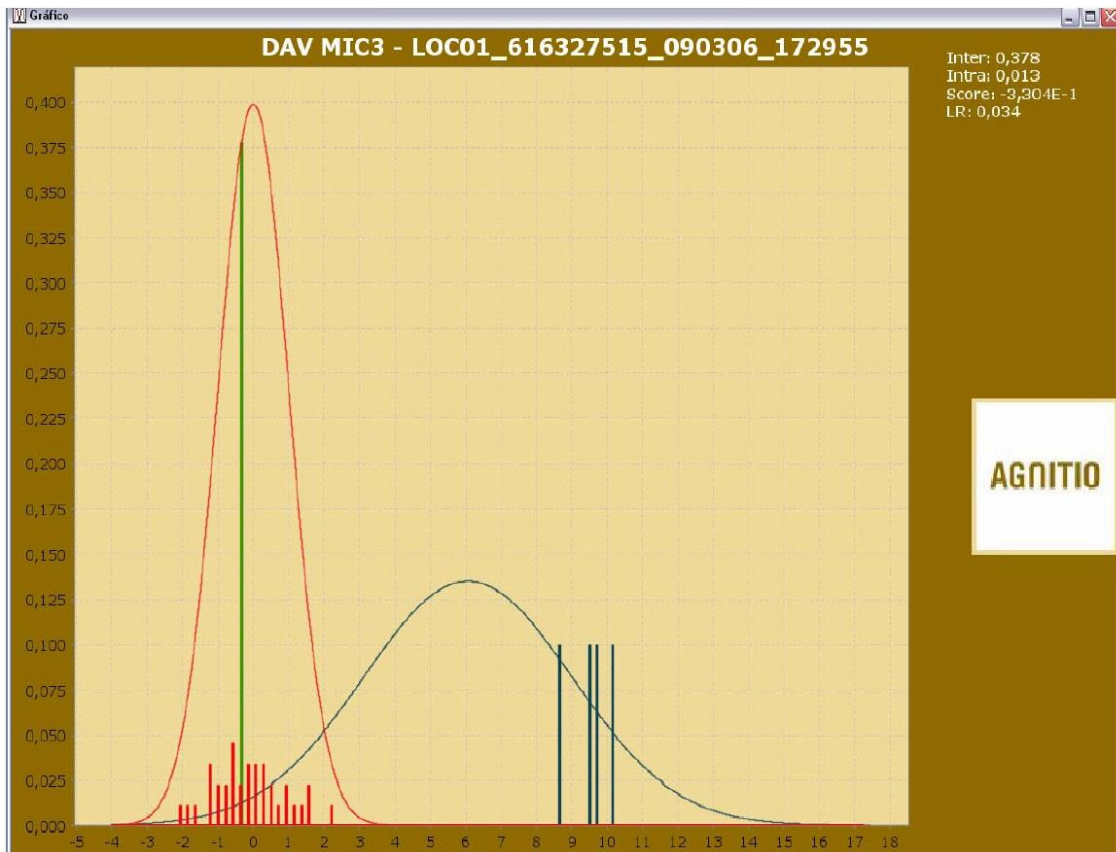


Figura 4

Cuando se resolvieron los tres primeros casos en el Departamento de Acústica e Imagen, se observaron valores de relaciones de verosimilitudes no esperados, atendiendo a la información facilitada por las Unidades investigadoras. Eran casos de escuchas telefónicas, por lo que cabía dar credibilidad al trabajo de los transcriptoros en las asignaciones de identidad a medida que se iban grabando conversaciones en un mismo número de teléfono intervenido.

Pues bien, el trabajo de J. Tapias estuvo dirigido a estudiar la influencia de diversos factores en el cálculo de las relaciones de verosimilitudes. Lo que intuitivamente habían percibido los peritos, había que estudiarlo de forma sistemática e intentar encontrar una explicación, además de la posibilidad de encontrar una solución al problema.

J. Tapias seleccionó bien los posibles factores que podían influir en el cálculo de las relaciones de verosimilitudes, pero los resultados más importantes de su trabajo se centraron en los dos factores siguientes:

- a) *Tiempo de voz utilizado para entrenar un modelo de voz*: posible influencia de la diferencia de tiempo de voz para el entrenamiento de los modelos indubitados y los modelos de la población de referencia.

Se utilizó la base de datos Baeza_Andaluces, grabada por el Área de Acústica del Servicio de Criminalística en canal telefónico móvil GSM en la Academia de la Guardia Civil de Baeza (Jaen). De los 102 locutores masculinos grabados en 3 sesiones bien separadas en el tiempo, sólo se utilizaron 42. Los modelos indubitados eran de 60 segundos y los modelos de la población de referencia se hicieron con 30, 60, 90, 120, 180 y 240 segundos. Se utilizaron, además, 10 ficheros de test de 20 segundos de cada uno de los 42 locutores. Estos fueron los resultados:

- i. El uso de modelos de población de referencia de mayor longitud temporal que la del modelo indubitado produjo un decremento generalizado de los valores de las relaciones de verosimilitudes. Mediante la generación de curvas Tippett, pudo observarse un anormal desplazamiento de las curvas con puntuaciones TARGET y NON-TARGET hacia la izquierda con respecto a la línea vertical paralela al eje de ordenadas para el valor de LR = 1. Ver en la figura 5 las curvas azul claro, morada, negra y verde.
- ii. El uso de modelos de población de referencia de menor longitud temporal que la del modelo indubitado produjo un incremento generalizado de los valores de las relaciones de verosimilitudes. El efecto sobre las curvas Tippett fue el contrario del caso anterior. Ver en la figura 5 la curva azul oscuro.
- iii. El uso de modelos ajustados en tiempo produjo siempre los mejores resultados. Ver en la figura 5 la curva marrón.

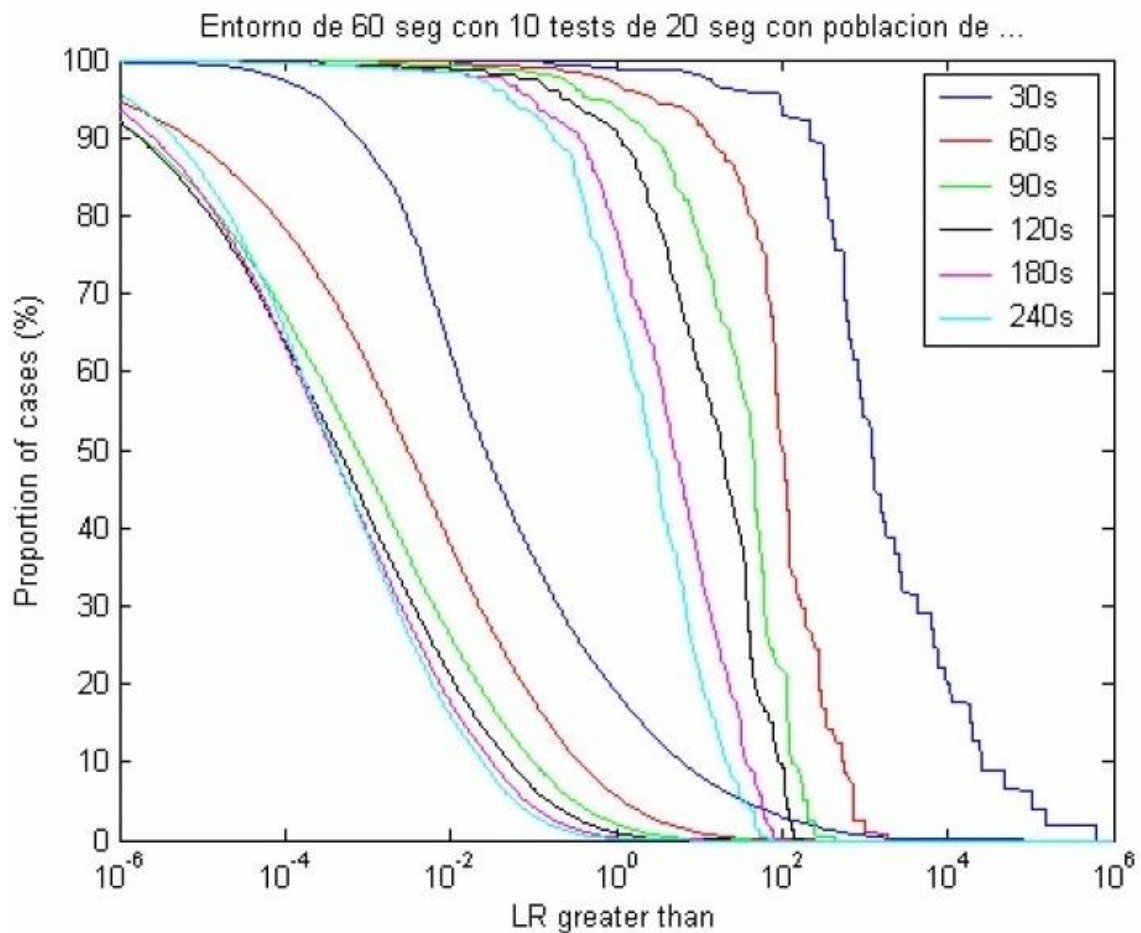


Figura 5

Existe, además, una normalización de puntuaciones eficaz contra los efectos de las diferencias temporales de entrenamiento de los modelos conocida como 'T-norm'. Con esta normalización no es necesario ajustar los tiempos de entrenamiento de los modelos indubitados con los de la población de referencia, facilitando así el trabajo de los peritos.

- b) *Diferencias de canal de grabación y transmisión de la voz entre los ficheros de test, los modelos indubitados y los modelos de la población de referencia.* Hubo que explorar la influencia de las diferentes combinaciones posibles de canal entre esos tres elementos.

Esta vez se utilizó la base de datos Ahumada, grabada por el Área de Acústica del Servicio de Criminalística en canal microfónico y en canal telefónico fijo. De los 100 locutores disponibles, con grabaciones en 3 sesiones bien separadas en el tiempo, se utilizaron 52. Todos los modelos se entrenaron con 60 segundos y de la misma sesión. Se utilizaron 8 ficheros de test de 15 segundos de las dos sesiones distintas a la sesión de la que se obtuvo la voz para el entrenamiento de los modelos por cada uno de los 52 locutores. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- i. Si las voces de los modelos indubitados y de los ficheros de test estaban grabadas en el mismo canal, y la de los modelos de la población de referencia en un canal distinto, se producía un desplazamiento de las curvas Tippett hacia la derecha, es decir, un incremento de los valores de las relaciones de verosimilitudes (curva roja de la figura 6).
- ii. Si las voces de los modelos de la población de referencia y de los ficheros de test estaban grabadas en el mismo canal, y la de los modelos indubitados en un canal distinto, el desplazamiento de las curvas Tippett era hacia la izquierda, es decir, se producía un decremento de los valores de las relaciones de verosimilitudes (curva verde de la figura 6).
- iii. Si las voces de los modelos indubitados y las de la población de referencia estaban grabadas en el mismo canal, y las de los ficheros de test en un canal distinto, el desplazamiento producido podía despreciarse por su intrascendencia (curva negra de la figura 6).
- iv. Si las voces de los ficheros de test y las de los modelos estaban grabadas en el mismo canal, se conseguían los mejores resultados (curva azul de la figura 6). Por otro lado, en el canal microfónico se obtuvieron mejores resultados que en el canal de telefonía móvil GSM.

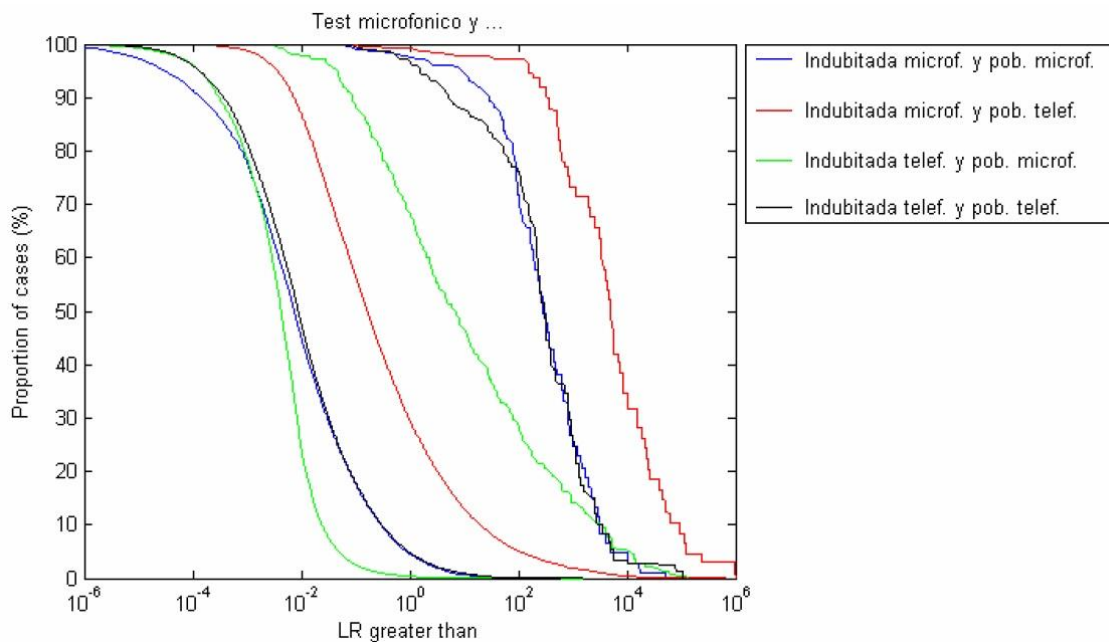


Figura 6

En los casos i) y ii) se produjo, también, un estrechamiento entre las curvas TARGET y NON-TARGET. Esto se interpretó como una pérdida de poder de discriminación del sistema de reconocimiento.

Los desplazamientos observados en las curvas Tippett sugirieron la idea de dibujar las finalmente denominadas curvas Tippett-límite de evidencia errónea, de acuerdo con los argumentos de R. Royall en algunos de sus artículos y libros, así como de otros autores. Esas curvas Tippett-límite permitían observar bien este fenómeno de los desplazamientos anómalos de las curvas TARGET y NON-TARGET producidos por lo que, en años posteriores, se describió como *descalibración* de las relaciones de verosimilitudes (la figura 7 muestra curvas Tippett límite – etiquetadas como 'H_p bound' y 'H_d bound' - y curvas Tippett correctas; la figura 8 muestra curvas Tippett límite y curvas Tippett descalibradas; la figura 9 muestra un zoom de la figura 8 para ver la zona descalibrada: se aprecia que la línea roja supera la línea gris en la escala vertical).

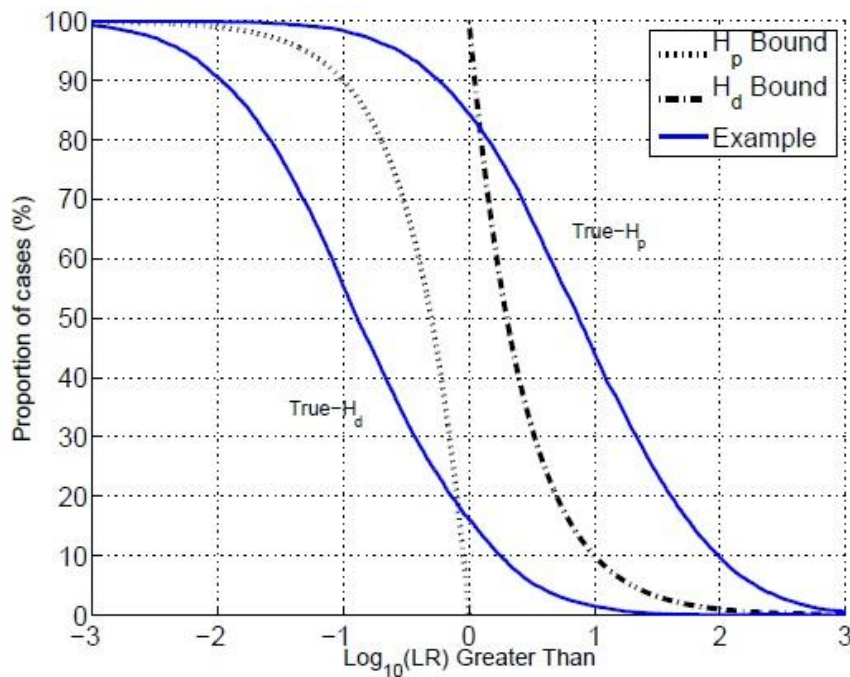


Figura 7

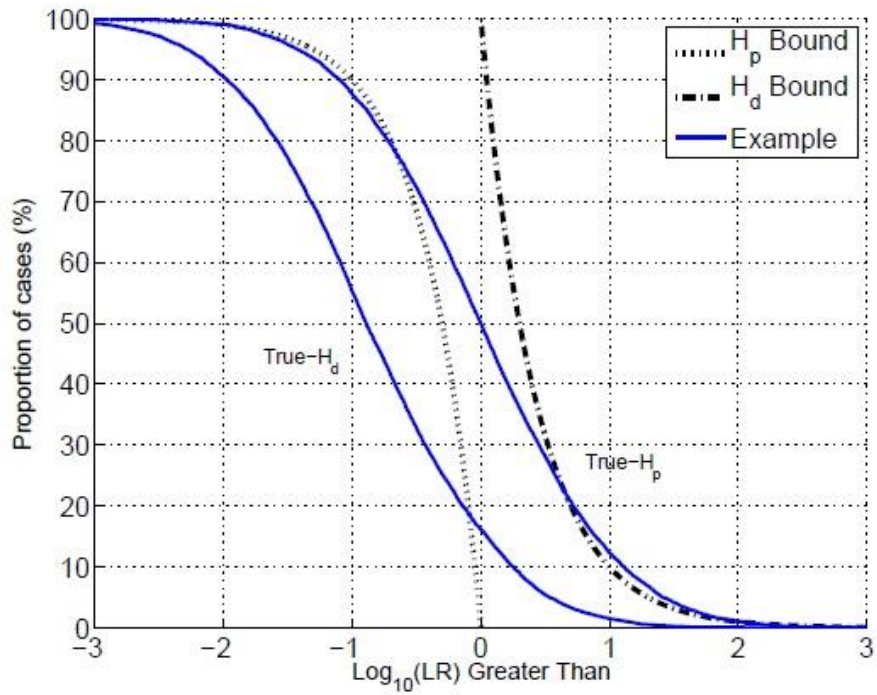


Figura 8

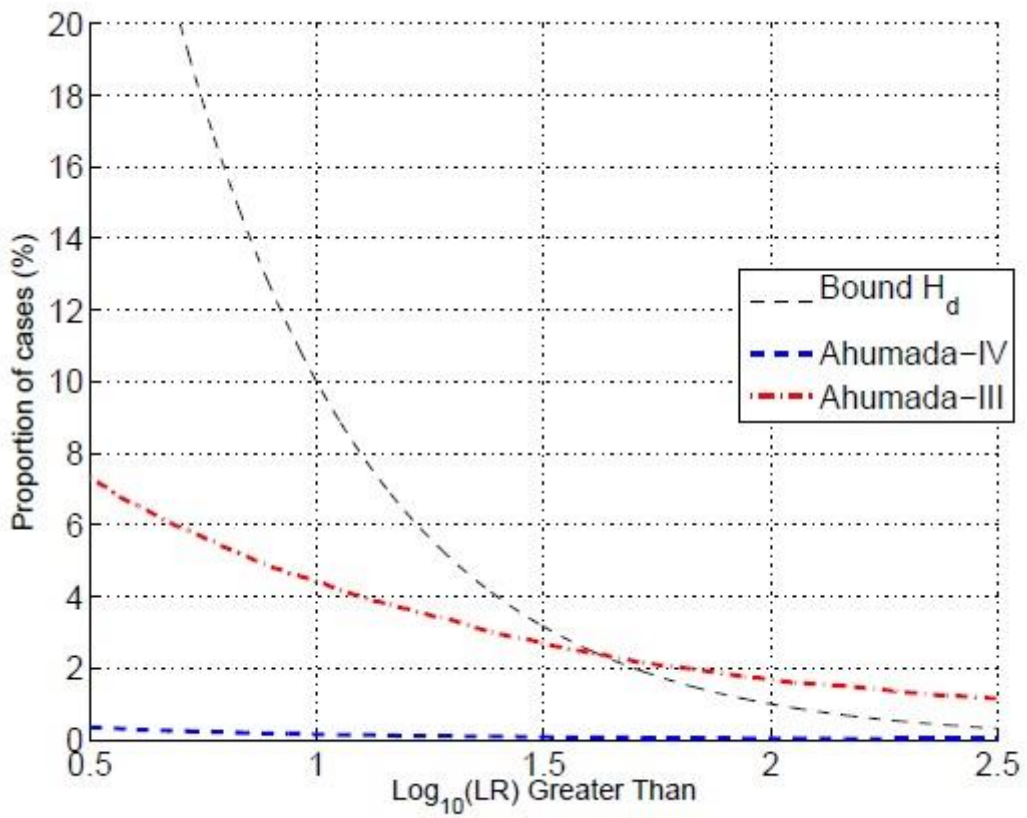


Figura 9

El prestigio internacional que la Guardia Civil logró alcanzar en la materia, especialmente en el seno de ENFSI, además de lograrlo a través de las investigaciones del grupo ATVS y sus presentaciones en los distintos congresos, lo obtuvo por su implicación en el Grupo de Trabajo denominado “ENFSI Speech and Audio Analysis”. Desde el año 2000, el Departamento de Acústica e Imagen estuvo representado por su responsable en ese Grupo de Trabajo hasta el año 2008. En esos 9 años, IDENTIVOX-LR se dio a conocer con sus avances tecnológicos paulatinos, contribuyendo especialmente a ello los investigadores del grupo ATVS. Desde el año 2004, la comercialización de BATVOX por la empresa AGNITIO S.L., contribuyó, poderosamente, a que el sistema automático fuera conocido y utilizado en los cinco continentes en pocos años.

Desde el año 2002 al 2006, se produjeron las siguientes mejoras tecnológicas en reconocimiento de locutor automático:

- Máquinas de vectores soporte – SVM (Schölkopf et al., 2002)
- Proyección de atributos molestos – compensación de canal NAP (Solomonoff et al., 2005, páginas 629–632)
- Análisis de factores conjunto – compensación de canal JFA (Kenny, 2005)
- Supervectores de gaussianas – GSV-SVM (Campbell et al., 2006, páginas 308–311)

Aunque estas nuevas tecnologías mejoraron el poder de discriminación de los sistemas de reconocimiento de locutores, sólo se incorporó la compensación de canal NAP en la ya tercera versión del producto BATVOX de AGNITIO S.L.

Mientras tanto, las contribuciones científicas del grupo ATVS continuaron (González et al., 2006; 2007) alcanzando una fama internacional reconocida como uno de los grupos más innovador y puntero en la tecnología de reconocimiento de locutor aplicada al entorno forense del momento. Sus trabajos de investigación se apoyaron en las bases de datos desarrolladas a lo largo de los años en el Área de Acústica de la Guardia Civil (por ejemplo, en Ramos et al., 2008) y en las disponibles por el grupo debido a su constante participación en las evaluaciones NIST.

A partir del año 2006, se experimentaron estos otros avances tecnológicos en reconocimiento automático de locutores:

- Extracción inicial i-vector (Dehak et al., 2011, páginas 788–798)
- Análisis de discriminación lineal probabilística – puntuación y modelado PLDA (Prince et al., 2007, páginas 1–8)
- Normalización de longitud i-vector (García Romero et al., 2011, páginas 249–252)

El Área de Acústica del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil logró la acreditación de sus ensayos en cotejo de locutores por sus voces por la norma 17.025 en el año 2013, siendo el primer laboratorio forense del mundo en lograrlo. Se utilizó la versión BATVOX 3.0.

La versión BATVOX 4.0 incluye la tecnología i-vector-PLDA y ha mejorado la técnica de cálculo de los LRs.

Un más que notable avance en la fiabilidad de los sistemas automáticos de reconocimiento de locutor aplicados en entornos forenses se debe a las mejoras tecnológicas logradas en la validación de los métodos de cálculo de los LRs. En ese sentido, un primer trabajo sobresaliente es el presentado en el congreso Odyssey en el año 2004, en Toledo (España), por N. Brümmer titulado ‘Application-Independent Evaluation of Speaker Detection’, posteriormente extendido y mejorado (Brümmer et al., 2006). Posteriormente, destacamos los artículos de D. Ramos sobre calibración de los LRs (Ramos

et al., 2013a, páginas 156–159; 2013b). Los trabajos de investigación del profesor e investigador del grupo ATVS (hoy AUDIAS) Daniel Ramos constituyen una de las más sobresalientes contribuciones del Convenio de Colaboración entre la Secretaría de Estado de la Seguridad del Ministerio del Interior español, a instancias del Servicio de Criminalística de la Guardia Civil, y la Universidad Autónoma de Madrid firmado en el año 2005, al avance de la ciencia forense en nuestros días dentro de la red ENFSI.

Por último, merece especial mención el trabajo del Catedrático de Universidad Dr. Joaquín González Rodríguez (grupo AUDIAS) para la revista *Loquens*, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en el que resalta la enorme relevancia para el avance tecnológico en el reconocimiento de locutores por la voz de las evaluaciones anuales NIST (National Institute of Standards and Technology) – <https://www.nist.gov> -, promovidas por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos (González, 2014), y en el que su grupo participó ininterrumpidamente desde el año 2000 hasta el año 2014 en el que lo escribe.

GLOSARIO DE TÉRMINOS FILOSÓFICOS PARA UNA GUÍA FORENSE DE CONCLUSIONES EVALUATIVAS (por orden alfabético)

CAUSALIDAD

Gnoseología realista:

*Principio*¹⁷¹: aquello de lo que algo procede de cualquier modo.

*Causa*¹⁷²: principio real y positivo del que algo procede con dependencia en el ser.

*Causa material*¹⁷³: aquella en lo cual y de lo cual se hace algo.

*Causa formal*¹⁷⁴: acto o perfección intrínseca por el que una cosa es lo que es, en el ámbito de la sustancia o en el de los accidentes.

*Causa eficiente*¹⁷⁵: principio del que fluye primariamente cualquier acción que hace que algo sea, o que sea de algún modo.

*Causa necesaria*¹⁷⁶: es un tipo de causa eficiente que se caracteriza por alcanzar siempre y de manera indefectible su propio efecto.

*Causa contingente*¹⁷⁷: es un tipo de causa eficiente que se caracteriza por alcanzar su propio efecto de forma no necesaria.

*Causa final*¹⁷⁸: aquello en vista de lo cual algo se hace, es decir, aquello por lo que el agente se determina a obrar.

Gnoseología inmanentista:

Causalidad empirista: se reduce a sucesión temporal. Hume niega la causalidad al considerar que la causa es una mera impresión sensorial, de la cual esperamos que otra le sea subsiguiente.

Causalidad kantiana: se concibe como una mera forma del entendimiento cuya función es la interrelación fenoménica.

Comentarios epistemológicos:

¹⁷¹ Fuente: A. Millán Puelles, *Léxico Filosófico*, editorial RIALP, 2ª edición, Madrid, 2002, página 75. Dice el profesor Millán en la voz "causa" que "el sentido más propio y riguroso del término causa, dentro de la terminología filosófica, es el que se establece mediante diversas determinaciones de la noción de principio". El profesor distingue entre principios reales y lógicos. Por ejemplo, las premisas de un silogismo son principios lógicos. Entre los reales distingue los positivos de los negativos. Los principios reales positivos son los que hacen que algo sea o empiece a ser. Los reales negativos son carencias o pérdidas. De todo ello deduce que causa es un principio real positivo de lo que algo procede o es dependiente en el ser o en el llegar a ser.

¹⁷² Ibid., página 77.

¹⁷³ Fuente: T. Alvira y otros, *Metafísica*, 8ª edición, EUNSA, Pamplona, 2001, página 215.

¹⁷⁴ Ibid., página 217.

¹⁷⁵ Ibid., página 223.

¹⁷⁶ Ibid., página 228.

¹⁷⁷ Ibid., página 228.

¹⁷⁸ Ibid., página 241.

(1) en la epistemología de la filosofía analista únicamente se admite la causalidad eficiente pero desontologizada.

*Causalidad en la ciencia experimental*¹⁷⁹:

Ley: en el ámbito científico se prefiere utilizar el término ley en lugar de causa por ser un concepto menos ambiguo y muy versátil. Además, a través de las matemáticas, permite conseguir la precisión que la ciencia necesita.

CERTEZA

Gnoseología realista:

*Certeza*¹⁸⁰: estado de la mente que se adhiere firmemente y sin ningún temor a un juicio.

Certeza metafísica: certeza absoluta que sólo se alcanza en ciencias como la metafísica, la ética normativa o las matemáticas, basadas en los primeros principios del conocimiento, en argumentos deductivos o en la experiencia sensible.

Certeza física, condicional o hipotética: certeza relativa propia de las ciencias experimentales, basadas principalmente en argumentos inductivos.

Certeza moral: certeza relativa propia de la ética aplicada en casos concretos o las ciencias sociales, basadas principalmente en argumentos inductivos.

Gnoseología inmanentista:

Certeza racionalista: estado de la mente de certeza absoluta que se identifica con los conceptos inmanentistas de verdad y evidencia.

CONDICIÓN¹⁸¹: requisito o disposición necesaria para el ejercicio de la causalidad.

CONOCIMIENTO¹⁸²

Gnoseología realista:

Epistéme: cognición intelectual de realidades inmutables o necesarias; los escolásticos la identificaron con *scientia*: conocimiento cierto por sus causas.

Cognitio: cognición intelectual de realidades no inmutables o necesarias, incluyéndose en ese término tanto las aprehensiones no intelectuales como las percepciones sensibles.

Epagogé: en la filosofía clásica se reconoce que hay verdades evidentes que no necesitan demostración. Esa afirmación se sostiene porque todo hombre conoce la realidad y es consciente de que la conoce antes de aprender a razonar mediante la lógica. Ese conocimiento directo e inmediato es lo que se ha denominado intuición y que Aristóteles

¹⁷⁹ Fuente: J. Arana, Los sótanos del universo: la determinación natural y sus mecanismos ocultos, Biblioteca Nueva Universidad, Madrid, 2012, página 104.

¹⁸⁰ Fuente: R. Corazón González, Filosofía del conocimiento, EUNSA, Pamplona, 2002, página 194.

¹⁸¹ Fuente: T. Alvira y otros, Metafísica, 8ª edición, EUNSA, Pamplona, 2001, página 209.

¹⁸² Fuente: M. García Valdecasas, voz "conocimiento y verdad" del Diccionario Interdisciplinar Austral.

llamó *epagogé*. Forman parte de la *epagogé* la inducción esencial (abstracción), el juicio, la conexión lógica demostrativa y los primeros principios del conocimiento (principio de no contradicción, principio de tercero excluido, principio de identidad, principio de causalidad, principio de finalidad, etc...).

Comentarios epistemológicos:

- (2) en la epistemología realista, el conocimiento es un instrumento apto para alcanzar la verdad;
- (3) en la teoría del conocimiento como acto —contemporáneamente llamado conocimiento no-proposicional— se considera que la posesión de la verdad es un ejercicio del entendimiento que puede o no ser proposicional.

Gnoseología inmanentista:

Conocimiento: según Russell, el conocimiento es la relación entre una proposición y un estado de cosas (Russell 1992, 127). Si a esta proposición subyace una creencia o un conocimiento propiamente dicho, sólo el análisis filosófico lo puede revelar.

Comentarios epistemológicos:

- (4) en la epistemología de la filosofía analítica se desconfía de la razón porque es inmanentista;
- (5) en la teoría del conocimiento como proposición el paradigma de conocimiento es la proposición verdadera; el conocimiento es de proposiciones, y las proposiciones son el conocimiento.
- (6) La teoría del conocimiento proposicional proviene del llamado análisis estándar del conocimiento que se remonta tradicionalmente al Teeteto de Platón, según el cual el conocimiento puede definirse como una creencia verdadera justificada. El conocimiento se describe habitualmente como un tipo o clase de creencia (articulable proposicionalmente) que responde a ciertos criterios de cualificación, aunque hay mucha discusión sobre el número y las características de estos criterios.

CREENCIA

Gnoseología realista:

Fe: estado mental de certeza fundamentado en motivos de credibilidad que inclinan a la voluntad a asentir el juicio, aunque no sea intelectualmente comprendido.

Creencia como opinión: juicio con incertidumbre.

Gnoseología inmanentista:

Creencia como estado de la mente: se considera como uno de los posibles estados de ánimo en los que puede psicológicamente encontrarse un individuo.

*Creencia como actitud proposicional*¹⁸³: estado mental consistente en tener una actitud, posicionamiento u opinión acerca de una proposición o un potencial estado de cosas en los que esa proposición es verdadera – un estado mental canónicamente expresable en la forma “S A que P”, donde S significa el estado mental que posee el individuo, A su actitud, y P la frase que expresa la proposición.

Creencia como etapa previa al conocimiento: disposición previa y necesaria de la mente para llegar al estado de conocimiento, que se concibe como estado de certeza absoluta.

DUDA¹⁸⁴: vacilación o inestabilidad de la mente ante dos juicios contradictorios, que le lleva a abstenerse a asentir.

EVIDENCIA

Gnoseología realista:

Evidencia como criterio de verdad: se concibe como una propiedad de lo entendido consistente en la claridad con la que se aprecia su adecuación a la realidad, que lleva al intelecto a asentir el juicio de forma natural, sin más concurso de la voluntad que el ejercicio de la facultad intelectual.

Evidencia sensible: se concibe como una propiedad de lo captado por un sentido consistente en la claridad con la que capta su sensible propio, que es siempre una cualidad, haciéndolo de modo infalible (salvo defecto orgánico).

Gnoseología inmanentista:

Evidencia como justificación de creencias: el concepto de evidencia como causa de justificación de una creencia, típico de la filosofía analítica, se inserta meramente en el ámbito del pensamiento como fruto de un proceso reflexivo, por lo que acaba identificándose con el concepto de razón para creer. Por eso, como conocimiento razonado, los filósofos analistas se preguntan si satisface o no, enteramente, lo que de él se espera: que realmente sea causa de justificación de una creencia.

Evidencia como indicador fiable de otras cosas: en este concepto se habla de “cosas” que pueden ser evidencia - objetos mentales o no, sucesos y conjunto de circunstancias – de otras cosas.

Evidencia como conocimiento: se identifican ambos conceptos (Williamson, 1997, 739) entendidos desde la teoría del conocimiento proposicional.

Comentarios epistemológicos:

(7) El inmanentismo niega la existencia de evidencias objetivas, es decir, que la realidad pueda hacerse patente al entendimiento. Al no admitir que se pueda conocer la realidad tal y como es, sino sólo ideas que la realidad causa sobre nosotros, sólo es posible obtener evidencias subjetivas. La evidencia la conciben como la claridad a la que llega el

¹⁸³ Fuente: voz “belief” en la enciclopedia de la Universidad de Stanford, versión de 2016 (traducción del autor).

¹⁸⁴ Fuente: R. Corazón González, Filosofía del conocimiento, EUNSA, Pamplona, 2002, página 194.

conocimiento después de inspeccionar las ideas, por eso se considera la evidencia como causa de justificación de una creencia.

INCERTIDUMBRE

Gnoseología realista:

Incertidumbre: estado de la mente caracterizado por la percepción intelectual de falta de adecuación entre lo entendido y la realidad (el modo de ser de las cosas o esencia), lo que conlleva experimentar temor a errar.

Gnoseología inmanentista:

Incertidumbre: estado de la mente caracterizado por falta de certeza absoluta.

OCASIÓN¹⁸⁵: aquello cuya presencia favorece la acción de la causa.

PROBABILIDAD¹⁸⁶

Probabilidad aleatoria o deductiva: cuando para medir la incertidumbre de un suceso o la veracidad de un enunciado aplicamos un razonamiento deductivo. Por ejemplo, pueden deducirse resultados partiendo del conocimiento del funcionamiento ideal de los objetos. La aleatoriedad está relacionada con la impredecibilidad de los resultados posibles.

Probabilidad epistémica o inductiva: cuando para medir la incertidumbre de un suceso o la veracidad de un enunciado aplicamos un razonamiento inductivo. Lo epistémico está relacionado con el conocimiento de partida en los distintos casos que nos permite hacer la inducción.

Probabilidad laplaciana: casos favorables entre casos posibles, considerando todos los casos equiprobables.

Probabilidad frecuentista: límite de la frecuencia relativa de un suceso de interés que ocurre un gran número de veces en idénticas condiciones.

Gnoseología realista:

Probabilidad subjetiva (versión realista): medida de incertidumbre sobre la ocurrencia de un suceso o la veracidad de un enunciado. Representa un juicio personal sobre la evidencia condicionada a la información, experiencia y conocimientos a priori de quien juzga.

Gnoseología inmanentista¹⁸⁷:

¹⁸⁵ Fuente: T. Alvira y otros, *Metafísica*, 8ª edición, EUNSA, Pamplona, 2001, página 209.

¹⁸⁶ El concepto de probabilidad se aborda en este Glosario desde una perspectiva principalmente filosófica. No obstante, se aportan las definiciones clásicas más utilizadas y las de carácter subjetivo.

¹⁸⁷ Fuente: A. Biedermann, *The Role of the Subjectivist Position in the Probabilization of Forensic Science*, *Journal of Forensic Science Medicine*, 1 (2), 2015, páginas 140-148.

Probabilidad subjetiva: grado de creencia en la ocurrencia de un suceso o en la veracidad de un enunciado. Representa un juicio personal sobre la evidencia condicionada a la información, experiencia y conocimientos a priori de quien juzga.

Comentarios epistemológicos:

- (8) Los anti-racionalistas han identificado el determinismo científico con el realismo. La interpretación frecuentista de la probabilidad - históricamente mayoritaria y considerada como la única objetiva - la vinculan a la fuerte influencia de ese tipo de determinismo en las ciencias. Sin embargo, esa concepción determinista es opuesta al realismo moderado, que contempla en la realidad tanto la necesidad como la contingencia.

VERDAD

Gnoseología realista:

*Verdad ontológica*¹⁸⁸ : se identifica con el ente, como una de sus propiedades trascendentales – porque se predicán de todo ente -, y le añade una relación de conveniencia a un intelecto que puede comprenderla. Se concibe como fundamento ontológico de la verdad lógica.

*Verdad lógica*¹⁸⁹: adecuación del intelecto a las cosas (a sus esencias o modos de ser). Formalmente se da en el juicio y se refiere siempre a la realidad.

*Verdad como correspondencia*¹⁹⁰: cualquier proposición que aspire a ser verdadera debe entrañar un hecho que la haga verdad, es decir, para que se pueda hablar de verdad, ha de existir una relación entre lo enunciado en la proposición y los hechos.

Gnoseología inmanentista:

Verdad como certeza: la verdad es un producto de la razón, sólo existe en el pensamiento.

Verdad como utilidad: concepto de carácter pragmático por el que se concibe lo verdadero como aquello que permite a un individuo sacarle algún provecho.

¹⁸⁸ Fuente: T. Alvira y otros, *Metafísica*, 8ª edición, EUNSA, Pamplona, 2001, páginas 173-174.

¹⁸⁹ Ibid. página 176.

¹⁹⁰ Fuente: M. García Valdecasas, voz "conocimiento y verdad" del *Diccionario Interdisciplinar Austral*. El autor cita, como origen de esa concepción de la verdad, a Tarski - quien formuló la *concepción semántica de la verdad* (1944) -, y a Wright (1992). Y sobre esa concepción de verdad que se *aproxima* a la realista, afirma lo siguiente: "*Las teorías veritativas de la correspondencia han sufrido objeciones importantes. Las más destacables resultan relativamente obvias: ¿hasta dónde llega la teoría de la correspondencia? Propositiones como "los duendes no existen", ¿expresan hechos negativos con los que esta verdad se corresponde? Tampoco está claro qué correspondencia tienen las proposiciones disyuntivas, condicionales, probabilísticas o contrafácticas (David 2016), puesto que todas ellas deberían suponer la existencia de propiedades tradicionalmente consideradas como lógicas —y que justamente por eso no son reales—. Por último, tampoco está claro a qué objetos apuntan las proposiciones sobre el pasado.*"

ANEXO I: Silogismo estadístico bayesiano

Sea X una *variable aleatoria discreta* que puede tomar valores x con probabilidades $\Pr(X = x)$. Incluso cuando desconozcamos el valor de X , podemos calcular un valor representativo que se conoce como el *valor esperado o esperanza* de X , que se denota mediante $E(X)$, y que se calcula así:

$$E(X) = \sum_x x \Pr(X = x). \quad (1)$$

Supongamos que X es una variable aleatoria que toma los valores $\{1, 0\}$ (respectivamente, 'verdadero' y 'falso'), asociadas a la proposición A_i : "El individuo a_i tiene la propiedad Q ", donde i pertenece a la población R de n individuos. De (1) se sigue, inmediatamente, que *la esperanza de esta variable aleatoria es la probabilidad de que la proposición sea verdadera*:

$$E(X_i) = \{Pr(X_i = 1) \times 1\} + \{Pr(X_i = 0) \times 0\} = Pr(X_i = 1).$$

Como la esperanza es aditiva (la esperanza de una suma es la suma de las esperanzas), la suma de las probabilidades de las proposiciones A_i es igual al valor esperado de las variables aleatorias A_i :

$$Pr(X_1 = 1) + \dots + Pr(X_n = 1) = E(X_1) + \dots + E(X_n) = E(X_1 + \dots + X_n). \quad (2)$$

Pero la suma de las variables es el número de individuos que tienen la propiedad Q entre los n individuos de la población R , es decir, la *frecuencia* de Q en R .

Dividiendo cada lado de (2) por n , y aplicando la linealidad de E , es decir, $E(X_i) / n = E(X_i / n)$, obtenemos que *la probabilidad promedio es igual a la frecuencia relativa esperada*:

$$Pr(X_1 = 1) + \dots + Pr(X_n = 1) / n = E(X_1 + \dots + X_n / n). \quad (3)$$

Supongamos que la distribución $\Pr(X_i = x_i)$ es nuestra probabilidad subjetiva. Supongamos, también, que conocemos la frecuencia relativa γ : entonces γ puede sustituir a la parte derecha de la ecuación (3), y, si desconocemos qué $n\gamma$ de R tiene la propiedad Q y creemos que todos tienen la misma probabilidad de tener la propiedad Q (condición de intercambiabilidad), entonces se sigue, inmediatamente, que:

$$Pr(X_i = 1) = \gamma, (i = 1, \dots, n).$$

Por consiguiente, si a las probabilidades se les da una interpretación subjetiva, se conocen las frecuencias relativas y las probabilidades de pertenecer a Q de todos los miembros de R se consideran iguales, las frecuencias relativas determinan las probabilidades individuales.

ANEXO II: La relación de verosimilitudes conduce hacia la verdad

En (Royall, 1997) se dice lo siguiente: "Supongamos que A implica que X tiene la distribución de probabilidad $p_A(\cdot)$, mientras B implica $p_B(\cdot)$. Si B es cierta, cuando observemos X es improbable que encontremos fuerte evidencia a favor de la falsa hipótesis A. Específicamente, para cualquier constante $k > 0$, $Pr(p_A(X)/p_B(X) \geq k) \leq 1/k$.

Esto es así porque, si S es un conjunto valores de x que producen una relación de verosimilitudes (a favor de A con respecto a B) de, al menos, k, entonces si B es cierta: $Pr(S) = \sum_S p_B(X) \leq \sum_S p_B(X)/k \leq 1/k$.

La primera desigualdad se obtiene porque para cada x en S, $p_B(x) \leq p_A(x) / k$, y la segunda porque la suma $\sum_S p_A(x)$ es la probabilidad de S si A es cierta, que no puede exceder de la unidad.

Puede utilizarse un argumentación similar para probar un resultado mucho más fuerte:

Sean X_1, X_2, \dots variables aleatorias idénticamente distribuidas, y p_A y p_B distribuciones de probabilidad condicionales para los sucesos A y B, respectivamente. Lo que se necesita probar es lo siguiente: si B es cierta, la relación de verosimilitudes a favor de A converge a 0 con probabilidad 1.

Prueba:

Desde la desigualdad (1.3) de la página 7 del libro de Royall:

$$Pr \left[\prod_1^n \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \geq k \text{ para algún } n = 1, 2, \dots \right] \leq 1/k \Rightarrow$$

Como $Pr(\text{suceso}) = 1 - Pr(\text{suceso opuesto})$:

$$\begin{aligned} Pr \left[\prod_1^n \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \geq k \text{ para algún } n = 1, 2, \dots \right] &= 1 - Pr \left[\prod_1^n \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} < k \text{ para algún } n = 1, 2, \dots \right] \leq 1/k \\ \Rightarrow 1 - 1/k &\leq Pr \left[\prod_1^n \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} < k \text{ para algún } n = 1, 2, \dots \right] \Rightarrow \end{aligned}$$

Tomando algoritmos y multiplicando por 1/n:

$$\Rightarrow 1 - 1/k \leq Pr \left(\frac{1}{n} \log \left[\prod_1^n \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \right] < \frac{1}{n} \log(k) \text{ para algún } n = 1, 2, \dots \right) \Rightarrow$$

Los logaritmos convierten productos en sumas:

$$\Rightarrow 1 - 1/k \leq Pr \left[\frac{1}{n} \sum_1^n \log \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} < \frac{1}{n} \log(k) \text{ para algún } n = 1, 2, \dots \right]$$

(*1)

Aplicando la ley de los grandes números:

(la media de las variables aleatorias idénticamente distribuidas converge a la media de todas ellas con probabilidad 1)

$$\frac{1}{n} \sum_1^n \log \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \text{ converge con probabilidad 1 a la media del } \log \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} = E \left[\log \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \right] \text{ por la desigualdad de Jensen } E \left[\log \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \right] \geq \log \left[E \left[\frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \right] \right].$$

Tomando límites cuando $n \rightarrow \infty$, el término de la derecha $\frac{1}{n} \log(k)$ of (*1) tiende a cero. Por consiguiente, el término de la izquierda $\frac{1}{n} \sum_1^n \log \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)}$ converge a la constante $E \left[\log \frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \right]$ y $\log \left[E \left[\frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \right] \right]$ es una constante negativa.

Por tanto, $1 - 1/k \leq Pr \left[\log \left[E \left[\frac{p_A(X_i)}{p_B(X_i)} \right] \right] < 0 \right]$,

siendo un logaritmo que implica que el cociente entre probabilidades es menor de 1 en media. Como consecuencia, la fuerza de la evidencia a favor de B sobre A será mayor que cualquier previamente fijado valor de k.

Como esto ha sido realizado a través de un proceso con límites, para ese valor de k y cualquier otro valor aleatoriamente pequeño $\varepsilon > 0$, es posible seleccionar un valor suficientemente grande de n para obtener una probabilidad mayor de $1 - \varepsilon$ de que para ese valor de n encontraremos que la evidencia soporta k veces B sobre A.

Como dice Royall, esto asegura que fijado cualquier número k, por ejemplo 100.000, siempre encontraremos un número n para el que la probabilidad de observar 100.000 sucesos a favor de la hipótesis verdadera sea casi igual a 1 (converge a 1 en el límite).

ANEXO III: Leyes de cambio de probabilidad y de improbabilidad

A. Ley de cambio de probabilidad

Hemos afirmado que esta ley es subjetiva, es decir, aunque aparenta ser la mejor formulación matemática para interpretar un dato como prueba – sobre todo por su simplicidad al requerir aparentemente una sola proposición -, sin embargo depende de otras proposiciones alternativas y sus probabilidades a priori. Veamos un ejemplo.

Recordemos que esta ley compara la probabilidad de la veracidad de una proposición - una vez obtenidos los datos - con la probabilidad de la veracidad de esa misma proposición antes de obtenerlos. A medida que la primera probabilidad crece, mayor valor de prueba tienen los datos.

Queremos evaluar una observación como prueba a favor de una proposición. Conocemos la probabilidad a priori de la proposición y la verosimilitud de la proposición conocido el valor de la observación, o lo que es lo mismo, la probabilidad del valor de la observación conocida la veracidad de la proposición.

Ocurre un crimen y disponemos de una muestra tomada de un vestigio recogido en la inspección ocular. De la muestra extraemos un perfil de ADN. Hay un sospechoso y obtenemos su perfil de ADN. Los perfiles dubitado e indubitado coinciden. Tenemos un *match*.

Queremos valorar el *match* como prueba y nos acogemos a la ley del cambio de probabilidad. Por tanto, necesitamos la probabilidad a priori de que el sospechoso pudiera ser la fuente del perfil de ADN hallado en la muestra y la probabilidad a posteriori de que una vez verificada la coincidencia de perfiles sea el sospechoso la fuente del perfil dubitado.

Tenemos que utilizar notación matemática para percibir si la ley del cambio de probabilidad es válida para interpretar el *match* como prueba.

Llamamos A a la proposición de que el sospechoso es la fuente del perfil de ADN hallado en la muestra dubitada. Llamamos M al *match*. Esta ley nos dice que la relación de probabilidades $P(A|M) / P(A)$ representa la forma de que el *match* sea valorado como prueba. En las probabilidades condicionales, como la de la izquierda de la igualdad, se coloca una barra vertical entre las proposiciones consideradas: probabilidad de que la proposición A sea cierta condicionada a que se haya verificado un *match* (coincidencia entre los perfiles comparados) por el perito.

Utilizando propiedades de la teoría de la probabilidad, podemos desarrollar la expresión matemática anterior de la siguiente forma:

$$P(A|M) / P(A) = P(M|A) P(A) / P(A) P(M) = P(M|A) / P(M)$$

Y $P(M)$ puede desplegarse del siguiente modo: $P(M) = P(M|A) P(A) + P(M|\bar{A}) P(\bar{A})$, donde \bar{A} es la proposición complementaria a A, es decir, que la fuente del perfil no es el sospechoso.

Por tanto, la expresión de la ley del cambio de probabilidad queda, finalmente, así:

$$P(A|M) / P(A) = P(M|A) / P(M) = P(M|A) / P(M|A) P(A) + P(M|\bar{A}) P(\bar{A})$$

Esta expresión indica que para interpretar el *match* como prueba no es posible hacerlo desde la perspectiva de una única proposición, es decir, de A. Hace falta conocer, además de $P(M|A)$ y $P(A)$, $P(M|\bar{A})$. $P(\bar{A})$ es calculable a partir de $P(A)$ por complementariedad pero $P(M|\bar{A})$ no es complementaria de $P(M|A)$.

Hace falta, al menos, tener en cuenta la proposición \bar{A} para interpretar el *match* como prueba.

Si en lugar de dos proposiciones hubiera tres, podría fácilmente demostrarse que para interpretar el *match* siguiendo la ley del cambio de probabilidad como prueba dependeríamos de las probabilidades a priori de las tres y de sus respectivas verosimilitudes.

La dependencia de la ley analizada de probabilidades a priori para interpretar lo observado como prueba la convierte en subjetiva per se. Esas probabilidades las asigna cada persona según lo que conoce y asume como cierto.

La dependencia de las verosimilitudes, también hace ver que la interpretación de lo observado como prueba no depende de una proposición sino de todas las posibles aplicables al caso. La simplicidad aparente de la expresión matemática de esta ley, como dependiente de una única proposición, se queda en eso, en apariencia.

La ley de verosimilitud no depende de las probabilidades a priori de las proposiciones que entran en juego. En este sentido es mucho más objetiva, entendiendo por objetividad la propiedad de que pueda ser más fácilmente aceptada por todos.

B. Ley de improbabilidad

Aunque la teoría de Neyman-Pearson se orientó por sus creadores hacia la toma de una decisión, con el tiempo fue derivando hacia la interpretación de lo observado como prueba. El proceso de deriva fue gradual y fue imponiéndose de forma generalizada en la ciencia experimental con las aportaciones de investigadores de la talla de Wald, Chernoff, Moses, Barnard, Fisher, Cox, Cornfield, Hinkley, Lehmann y muchos otros destacados estadísticos del siglo XX.

Los denominados *tests de significancia* de Fisher parecían reunir las condiciones ideales para la interpretación de los datos como prueba. Se conocen por el resultado del procedimiento que permite realizar la interpretación, el *p-valor*. Apoyándose en las conocidas propiedades de los tests de hipótesis de la teoría de Neyman-Pearson, es decir, en la posibilidad de disponer de tests de los que podemos conocer sus tasas de error (falsos positivos y negativos), y en los que podemos fijar el máximo error que toleramos cometer, los tests de significancia se han propuesto mayoritariamente en la ciencia experimental desarrollada en el siglo XX como el procedimiento más apto disponible para interpretar lo observado como prueba. La fuerza de la prueba está relacionada con la rareza de obtener valores iguales o superiores al *p-valor* si la hipótesis que se contrasta fuera cierta. Cuanto mayor sea, más fuerza tendrá como prueba lo observado por su mayor rareza.

Puede demostrarse que los test de significancia están afectados por el espacio muestral disponible, no así cuando se aplica la ley de verosimilitud.

¿Qué significa que una ley que se proponga como modelo interpretativo de lo observado como prueba sea independiente del espacio muestral?

Básicamente significa que la valoración de lo observado como prueba no puede depender de la información muestral que tengamos disponible, que puede ser mayor de la necesaria. En otras palabras, sea cual fuere la información muestral que tengamos para realizar la interpretación, el resultado de tal interpretación ha de ser siempre el mismo.

Veamos con un ejemplo en qué medida esta propiedad invalida a los tests de significancia como procedimientos correctos para interpretar lo observado como prueba.

Necesitamos recordar qué es un experimento de Bernoulli, uno de los más simples pero, al mismo tiempo, más frecuentes que sirven para resolver problemas reales. Estas son sus características:

- Las observaciones se clasifican en DOS categorías.
- La proporción de elementos de ambas categorías en la población es CONSTANTE, cualquiera que sea la cantidad observada.
- Por tanto, si la población es FINITA, los elementos se reemplazan una vez observados.
- Se llama p a la probabilidad de observar una de las categorías y q a la complementaria, o sea, $1 - p$.
- Las observaciones son INDEPENDIENTES. Por tanto, las probabilidades p y q son siempre las mismas, siendo irrelevantes los resultados que se puedan ir obteniendo.
- El proceso de Bernoulli puede aplicarse a poblaciones finitas (tomamos elementos al azar con reemplazamiento) o a poblaciones conceptualmente infinitas (procesos estables en el tiempo y sin memoria). Ejemplos: observar si un recién nacido es niño o niña, si un cliente está o no satisfecho de un servicio, aparición del número 3 en tiradas sucesivas de un dado, aparición de una determinada pieza defectuosa en un proceso de fabricación, etc.
- En el proceso de Bernoulli podemos definir distintas variables aleatorias que darán lugar a distintas distribuciones de probabilidad.

Podemos afirmar, razonablemente, que las monedas que salen de las fábricas oficiales de tales utensilios están bien hechas, es decir, podemos esperar que si las lanzamos al aire repetidas veces y de un modo equilibrado tenderemos a ver tantas caras como cruces. Imaginemos que lanzamos la moneda 20 veces para generar un espacio muestral suficiente para realizar inferencias y queremos saber la probabilidad de que salgan 6 caras en los 20 lanzamientos.

Lo primero que examinamos es si el experimento del ejemplo es realmente un experimento de Bernoulli:

- Las observaciones se clasifican en DOS categorías: cara y cruz.
- La proporción de elementos de ambas categorías en la población es CONSTANTE, cualquiera que sea la cantidad observada. Asumimos como algo cierto que todas las monedas que se fabrican tienen cara y cruz.
- Se llama p a la probabilidad de observar cara en un lanzamiento y q a la complementaria, o sea, $1 - p$.
- Las observaciones son INDEPENDIENTES, es decir, el resultado de un lanzamiento no influye en el resultado del siguiente. Por tanto, las probabilidades p y q son siempre las mismas, siendo irrelevantes los resultados que se puedan ir obteniendo.

Una vez que hemos comprobado que el experimento del ejemplo cumple los requisitos para catalogarse como experimento de Bernoulli, nos interesa formalizar el modelo de probabilidad de sus resultados.

Para ello utilizamos una variable aleatoria X que represente el número de caras que queremos observar en 20 lanzamientos. Si queremos observar, por ejemplo, seis caras, $X = 6$. El espacio de valores posibles de la variable X tiene 21 elementos: $\{0, 1, 2, \dots, 20\}$. $X = 0$ significa que en los 20 lanzamientos se ha observado cruz.

Nuestro espacio muestral consta de información hasta 20 lanzamientos. Imaginemos que alguien distinto a nosotros tiene que calcular la misma probabilidad de que salgan 6 caras y su variable aleatoria Y tuviera sólo estos dos elementos posibles: $Y = 6$, e $Y = \text{no-6}$. La clasificación de los resultados posibles en distintas categorías se suele denominar *codificación*. En la de 21 elementos, cada resultado es una categoría distinta. En la de 2 elementos, clasificamos los resultados en dos categorías.

Lo que queremos decir cuando exigimos que la interpretación de un resultado como prueba sea independiente del espacio muestral es que podamos interpretar el resultado siempre del mismo

modo sea cual fuere el número de elementos del espacio muestral disponible, es decir, del número de categorías en que dividamos el espacio muestral o, si se prefiere, de la codificación de los resultados utilizada.

En otras palabras, queremos que la probabilidad de lo observado, es decir, que salgan 6 caras en 20 lanzamientos, sea exactamente el mismo número con independencia de que tengamos información de 20 lanzamientos con la variable X o sólo la información resumida al máximo con la variable Y. Veámoslo:

A la variable X podemos aplicarle un modelo de probabilidad de que salgan 6 caras en 20 lanzamientos como sigue:

$$\binom{20}{n} p^n q^{20-n}$$

El número combinatorio entre corchetes significa combinaciones de 20 elementos tomados de n en n. Nos interesa en el ejemplo que $n = 6$. Por tanto donde se escribe la variable n pondremos el valor numérico por el que estamos interesados.

La variable p representa la probabilidad de que en un lanzamiento cualquiera salga cara y la q de que salga cruz, como anteriormente indicamos.

$$\binom{20}{6} p^6 q^{14} = \binom{20}{6} (0.5)^6 (0.5)^{14} = 0.0369644165 \approx 0.04$$

Si la moneda es equilibrada, la probabilidad de que salgan 6 caras en 20 lanzamientos es del 4%, aproximadamente.

A la variable Y podemos asignarle el mismo modelo de probabilidad que a X pero restringido a la condición de que salgan 6 caras en 20 lanzamientos (la misma fórmula que para $n = 6$):

$$\binom{20}{6} p^6 q^{14} \approx 0.04$$

La probabilidad de que no se cumpla la condición anterior para la variable Y es, sencillamente, la probabilidad complementaria:

$$1 - \binom{20}{6} p^6 q^{14} = 1 - 0.0369644165 \approx 0.96$$

La sencillez de la información disponible del espacio muestral relacionado con la variable Y nos constriñe a dos posibles cálculos probabilísticos: que salgan 6 caras en los 20 lanzamientos frente a la proposición complementaria de que no salgan en esas condiciones.

Sin embargo, la información que nos proporciona la variable X es mucho más amplia pues podemos calcular probabilidades de que salga cualquier número de caras, entre 0 y 20, ambos inclusive, en 20 lanzamientos.

En cualquier caso, si nos interesa lo mismo, es decir, que salgan 6 caras en 20 lanzamientos, el resultado es el mismo tanto si utilizo la variable X como la variable Y. Esto es lo realmente importante para que la interpretación de lo observado como prueba sea válida.

No obstante, la ley de verosimilitud establece que lo observado constituye prueba a favor de una proposición frente a otra. Hasta ahora sólo hemos considerado una proposición porque hemos considerado la moneda ideal. Sin embargo, las monedas reales no están perfectamente equilibradas.

Esto produce que tengan cierta propensión por uno de los dos resultados: hacia cara o hacia cruz. Además, el lanzador también influye en este sentido. Por tanto, pudieran existir dos proposiciones donde las probabilidades de cara y cruz fueran ligeramente diferentes a 0.5.

La relación de verosimilitudes sería, entonces, la siguiente:

$$\binom{20}{n} p_2^n q_2^{20-n} / \binom{20}{n} p_1^n q_1^{20-n} = p_2^n q_2^{20-n} / p_1^n q_1^{20-n}$$

Bajo la ley de verosimilitud no habría diferencia alguna en cuanto a la expresión del LR entre las dos variables X e Y:

$$LR = p_2^6 q_2^{14} / p_1^6 q_1^{14}$$

Para interpretar lo observado como prueba, la ley de verosimilitud sólo precisa el LR. El que dispongamos de mayor o menor información del espacio muestral es irrelevante. También es irrelevante cómo cada una de las distribuciones de probabilidad consideradas asignan probabilidades sobre los valores no observados. Lo único que cuenta es la relación entre las verosimilitudes, es decir, entre las probabilidades de lo observado condicionadas a cada una de las proposiciones.

El *p-valor* no es solamente la probabilidad de lo observado sino también de todas las probabilidades de todos los valores más extremos que no han sido observados. Una medida de la fuerza de la prueba no puede depender de probabilidades de valores no observados.

Apliquemos la teoría de Fisher al problema de los 20 lanzamientos de una moneda donde desconocemos la probabilidad de que salgan caras. Recordemos que disponemos de dos formas de codificar el espacio muestral: con 21 elementos o con 2. Si el número de caras observadas en los 20 lanzamientos es 6, con las dos formas de codificar el resultado de la prueba se obtiene el mismo número: 6. Supongamos que se defienden dos proposiciones: H_1 que dice que la probabilidad de que salga cara al lanzar la moneda es 0.5; y H_2 que dice que la probabilidad de que salga cara al lanzarla es 0.45.

El LR, intentando encontrar evidencia a favor de H_2 frente a H_1 , es el siguiente: $(0.45)^6 \times (0.55)^{14} / (0.5)^6 \times (0.5)^{14} = (0.45)^6 \times (0.55)^{14} / (0.5)^{20} \approx 2.08146$. Este valor de LR nos dice que lo observado apoya aproximadamente el doble a la proposición H_2 que a la H_1 .

Vamos ahora a comprobar que los *p-valores* que se obtienen cuando se enfrenta H_1 con H_2 no están de acuerdo con la fuerza de la prueba calculada mediante el LR.

Utilizando el *p-valor* con un espacio muestral de 21 elementos $\{0, 1, 2, \dots, 20\}$, podemos obtener esta probabilidad: $p(X = 6) + p(X = 5) + p(X = 4) + p(X = 3) + p(X = 2) + p(X = 1) + p(X = 0) \approx 0.06$. Hemos tenido en cuenta aquellos resultados (número de caras) que producen un LR que apoya H_2 frente a H_1 con un valor numérico mayor que el que se obtiene con $X = 6$.

Utilizando el *p-valor* con un espacio muestral de sólo dos elementos, $\{6, \text{no-6}\}$, podemos obtener esta otra probabilidad: $p(X = 6) \approx 0.04$.

Los resultados anteriores evidencian que el *p-valor* aplicado para medir la fuerza como prueba de lo observado conduce a resultados distintos en función del espacio muestral disponible.

ANEXO IV: Explicaciones de las fórmulas matemáticas empleadas en “el problema de la isla”

Apartado 4.10.2

Para que la fórmula $P(H_f | Y) = 1 / (1 + 100 \times (1/100))$ pueda ser deducida con facilidad es necesario recordar algunos conceptos y puntualizar algunos detalles prácticos:

1. La probabilidad de un suceso – por ejemplo que un sospechoso sea culpable de un crimen – puede hallarse a través de la definición de probabilidad de Laplace: casos favorables dividido entre casos posibles. Si se espera que de cada 100 personas que viven en el continente más cercano a la isla, una de ellas tenga la cualidad Y , la probabilidad de que una persona escogida al azar en el continente tenga la cualidad Y será $1 / 100$, es decir, un caso favorable por cada 100 posibles. Se asume esa probabilidad en la isla por su cercanía al continente.
2. La probabilidad de un suceso condicionado a otro es igual a la probabilidad de la intersección de los sucesos dividida por la probabilidad del suceso que condiciona. Al interseccionar dos sucesos puede ocurrir que tengan elementos comunes en sus espacios muestrales, por lo que si esos elementos se observan, harán que los dos sucesos ocurran a la vez. Si no tienen elementos comunes y se observa alguno de ellos, sólo ocurrirá uno u otro suceso. Para esos elementos la intersección de los sucesos es nula.

Centrándonos en el camino hacia la fórmula anterior, queremos deducir la probabilidad de la culpabilidad dada la observación de la cualidad Y , o sea, $P(H_f | Y)$:

$P(H_f | Y) = P(H_f \cap Y) / P(Y)$, donde \cap significa intersección. Aplicando la tercera ley de la teoría de la probabilidad: $P(H_f \cap Y) = P(Y | H_f) P(H_f)$, lo que nos permite llegar hasta esta fórmula:

$P(H_f | Y) = [P(Y | H_f) P(H_f)] / P(Y)$, y aún podemos seguir avanzando en su desarrollo. Para ello se ha de recordar la ley de la probabilidad total de la teoría de la probabilidad.

La ley de la probabilidad total nos dice que la probabilidad de un suceso, por ejemplo Y , puede hallarse de esta forma: $P(Y) = \sum P(Y | H_i) P(H_i)$, donde el sumatorio expresado con la letra griega sigma mayúscula se realiza entre $i = 1$ hasta S (siendo S el número de sucesos que condicionan y que tienen la propiedad de ser disjuntos dos a dos – disjuntos significa que su intersección ha de ser el conjunto vacío - y cuya unión contiene todas las observaciones que configuran el espacio muestral de Y ; además, la intersección de Y con cualquiera de ellos no es el conjunto vacío). A los sucesos condicionados los hemos llamado H para significar que son hipótesis, y en nuestro contexto contemplamos la del Fiscal y la de la Defensa. Así, resulta muy común la expresión siguiente en criminalística:

$P(Y) = \sum P(Y | H_i) P(H_i) = P(Y | H_f) P(H_f) + P(Y | H_d) P(H_d)$, donde el subíndice f indica “Fiscal” y el subíndice d indica “Defensor”. No resulta difícil entender que la probabilidad de una coincidencia en la cualidad Y entre la muestra dubitada e indubitada, o sea, $P(Y)$, puede igualarse a la probabilidad de la observación de la cualidad Y condicionada a la hipótesis del Fiscal, multiplicada por la probabilidad de la hipótesis del Fiscal antes de que la cualidad Y sea conocida, sumada a la probabilidad de la cualidad Y condicionada a la hipótesis de la Defensa, multiplicada por la probabilidad de la hipótesis de la Defensa antes de que la cualidad Y sea conocida. Las hipótesis son disjuntas claramente: no pueden ser ciertas a la vez – suponemos que el Fiscal sostiene que la muestra dubitada procede del sospechoso y que el Defensor sostiene lo contrario –, ambas unidas conforman el espacio muestral de la cualidad Y y la intersección de la cualidad Y con cualquiera de las hipótesis no es el conjunto vacío.

Lo anterior nos lleva a la siguiente fórmula:

$$P(H_f | Y) = [P(Y | H_f) P(H_f)] / P(Y) = [P(Y | H_f) P(H_f)] / [P(Y | H_f) P(H_f) + P(Y | H_d) P(H_d)].$$

Al igual que hemos calculado $P(H_f | Y)$, podemos calcular $P(H_d | Y)$:

$$P(H_d | Y) = [P(Y | H_d) P(H_d)] / P(Y) = [P(Y | H_d) P(H_d)] / [P(Y | H_d) P(H_d) + P(Y | H_f) P(H_f)].$$

El siguiente paso consiste en hallar las apuestas entre las hipótesis dada la observación de la cualidad Y , que no es otra cosa que dividir entre sí las ecuaciones anteriores:

$$\begin{aligned} [P(H_f | Y) / P(H_d | Y)] &= [P(Y | H_f) / P(Y | H_d)] * [P(H_f) / P(H_d)] \\ P(H_f | Y) &= [P(Y | H_f) / P(Y | H_d)] * [P(H_f) / P(H_d)] * P(H_d | Y) \\ [1 / P(H_f | Y)] &= [P(Y | H_d) / P(Y | H_f)] * [P(H_d) / P(H_f)] * [1 / P(H_d | Y)] \end{aligned}$$

Si llamamos $R = [P(Y | H_d) / P(Y | H_f)]$ y $w = [P(H_d) / P(H_f)]$. Nótese que estas variables se han definido en contra de lo habitual – las hipótesis del Fiscal y de la Defensa están en el lugar contrario al normalmente utilizado por muchos autores – porque para nuestro contexto es conveniente hacerlo así:

$$\begin{aligned} [1 / P(H_f | Y)] &= R * w * [1 / P(H_d | Y)] \\ P(H_f | Y) &= (1 - P(H_f | Y)) / R * w \\ P(H_f | Y) R * w &= 1 - P(H_f | Y) \\ P(H_f | Y) + P(H_f | Y) R * w &= 1 \\ P(H_f | Y) (1 + R * w) &= 1 \\ P(H_f | Y) &= 1 / (1 + R * w) \end{aligned}$$

Si en lugar de que consideremos H_d como un suceso relacionado con una sola persona distinta al sospechoso, lo tratamos como un suceso compuesto de tantos simples como candidatos a ser fuentes de la muestra dubitada, siendo todos ellos distintos al sospechoso – que es contemplado en el suceso H_f -, el desarrollo realizado más arriba se complicaría un poco más por la existencia de sumatorios relacionados con H_d , pero resulta sencillo comprenderlo si consideramos que:

$H_d = \sum H_k$, donde k va de 1 a N , siendo N el número de candidatos a ser fuentes de la muestra dubitada distintos al sospechoso.

$$R_{k,s} = [P(Y | H_k) / P(Y | H_f)] \text{ y } w_{k,s} = [P(H_k) / P(H_f)].$$

De esta forma, podemos llegar a la siguiente expresión de la probabilidad condicional de la culpabilidad del sospechoso dada la observación de la cualidad Y :

$P(H_f | Y) = 1 / (1 + \sum (R_{k,s} * w_{k,s}))$, donde k va de 1 a N , siendo N el número de personas que pudieran competir con el sospechoso como fuente de la muestra dubitada.

En el ejemplo del problema de la isla el sumatorio $\sum (R_{k,s} * w_{k,s})$ se realiza desde $k = 1$ hasta $k = 100$, la probabilidad $p = 1/100$ y $N = 100$.

$P(Y | H_k) = p^2$ porque la probabilidad de que dos individuos cualesquiera de la isla (el culpable y un inocente) tengan la cualidad Y se halla multiplicando las probabilidades de que cada uno de ellos pueda tener esa cualidad, que para cada uno es p .

$P(Y | H_f) = p$ que es la probabilidad del perfil entre los que pueblan la isla.

$P(H_k) = P(H_f) = 1/101$, porque hay 101 equiprobables sospechosos en la isla.

$$\sum R_{k,s} = \sum [P(Y | H_k) / P(Y | H_f)] = [(1/100)^2 / (1/100)] * 100 = 1/100 = p.$$

$$\sum w_{k,s} = \sum [P(H_k) / P(H_f)] = [(1/101) / (1/101)] * 100 = 100 = N.$$

$$\sum (R_{k,s} * w_{k,s}) = \sum R_{k,s} * \sum w_{k,s} = (1/100) * 100 = p * N = 1.$$

$$P(H_f | Y) = 1 / (1 + \sum (R_{k,s} * w_{k,s})) = 1 / (1 + p * N) = 0.5.$$

Apartado 4.10.3.1

Conforme a lo desarrollado en el apartado 4.10.2, la relación de verosimilitudes para cualquier posible culpable es la siguiente: $R_{k,s} = [P(Y | H_k) / P(Y | H_f)] = p^2 / p = 1 / p$.

Si tenemos en cuenta la incertidumbre sobre p , ahora \tilde{p} es un estimador del verdadero valor del parámetro p en la población. Se trata de una variable aleatoria con media p y varianza σ^2 .

Calculamos las esperanzas del numerador y denominador de $R_{k,s}$. La esperanza del numerador $E[\tilde{p}^2]$ la deducimos de la definición de la varianza de una variable aleatoria: $\text{Var}[\tilde{p}] = E[\tilde{p}^2] - E[\tilde{p}]^2$, de donde se deduce que $E[\tilde{p}^2]$ es igual a $p^2 + \sigma^2$. La esperanza del denominador $E[\tilde{p}]$ es igual a p porque la probabilidad de la cualidad Y en la población es desconocida y en ese caso utilizamos su valor medio.

Así pues, $R_{k,s} = [p^2 + \sigma^2] / p = p + (\sigma^2 / p)$. Como es frecuente que (σ^2 / p) sea mucho mayor que p por los conocimientos disponibles sobre genética poblacional, el efecto de la incertidumbre sobre p puede tener efectos importantes sobre el valor de $P(H_f | Y)$. Intuitivamente considerado, la observación de un perfil de ADN en particular lo hace mucho más probable debido a la existencia de parentesco en la población, por lo que es probable que exista otra copia del perfil.

Apartado 4.10.3.2

La incertidumbre sobre N afecta a la probabilidad a priori, $P(H_f)$. Sea \tilde{N} el número de isleños inocentes en la isla, una variable aleatoria de media N . $P(H_f | \tilde{N}) = 1 / (1 + \tilde{N})$. Como \tilde{N} es desconocido necesitamos usar la esperanza:

$$P(H_f) = E[H_f | \tilde{N}] = E[1 / (1 + \tilde{N})].$$

Como $1 / (1 + \tilde{N})$ no es una función simétrica de N , aunque es convexa (la función curva cae por debajo de una línea recta entre dos puntos cualesquiera de la curva), se sigue de un resultado fundamental de la teoría de la probabilidad (la desigualdad de Jensen) que cualquiera que sea la distribución de probabilidad de \tilde{N} , siempre que $E[\tilde{N}] = N$, la probabilidad a priori a favor del Fiscal nunca será menor que en el caso en que \tilde{N} fuera conocido. Es decir:

$$P(H_f) = E[1 / (1 + \tilde{N})] \geq 1 / (1 + N).$$

Con respecto al ejemplo de este apartado, tenemos que:

$\tilde{N} = N - 1$ con probabilidad ε ;

$\tilde{N} = N$ con probabilidad $1 - 2\varepsilon$;

$\tilde{N} = N + 1$ con probabilidad ε ; entonces:

$$E[1 / (1 + \tilde{N})] = (\varepsilon / N) + [(1 - 2\varepsilon) / (1 + N)] + [\varepsilon / (2 + N)] = [1 / (1 + N)] + [2\varepsilon / (N(1 + N)(2 + N))] \geq [1 / (1 + N)].$$

A la fórmula $P(H_f | Y) \cong [1 / (1 + Np(1 - 4\varepsilon / N^3))]$ se llega utilizando:

$$P(H_f) = [1 / (1 + N)] + [2\varepsilon / (N(1 + N)(2 + N))].$$

Como la incertidumbre sobre \tilde{N} no afecta a la relación de verosimilitudes, si se tiene en cuenta a mayor probabilidad a priori a favor de la hipótesis del Fiscal habrá mayor probabilidad a posteriori a favor de esa hipótesis que si no se tiene en cuenta cuando N sea conocido. Si se ignora la incertidumbre se tiende a favorecer al sospechoso, aunque el efecto sea generalmente pequeño. En la práctica, la incertidumbre sobre \tilde{N} es sustituida por un valor límite superior que también tiende a favorecer al sospechoso.

Apartado 4.10.3.3

Consideremos el problema de la isla en el que suceden errores de catalogación de forma independiente, con probabilidades ε_1 y ε_2 .

Si el sospechoso y el criminal no fueran la misma persona, la evidencia se encuentra en una de estas tres situaciones posibles:

- Tanto el sospechoso como el criminal tienen la cualidad Y , y no ha ocurrido error alguno de catalogación:
 - Probabilidad de la cualidad Y en el sospechoso: p
 - Probabilidad de acierto de catalogación: $(1 - \varepsilon_2)$
 - Probabilidad conjunta parcial 1 (sucesos independientes): $p(1 - \varepsilon_2)$
 - Probabilidad de la cualidad Y en el criminal: p
 - Probabilidad de acierto de catalogación: $(1 - \varepsilon_2)$
 - Probabilidad conjunta parcial 2 (sucesos independientes): $p(1 - \varepsilon_2)$
 - Probabilidad conjunta total (sucesos independientes): $p^2(1 - \varepsilon_2)^2$
- El sospechoso o el criminal tiene la cualidad Y y el otro no, y ha ocurrido un error de catalogación (falso positivo):
 - Probabilidad de la cualidad Y en uno de los dos: p
 - Probabilidad de no tener la cualidad Y en uno de los dos: $(1 - p)$
 - Probabilidad conjunta parcial 1 (unión de sucesos tras aplicarse la propiedad de los sucesos independientes): $2p(1 - p)$
 - Probabilidad de error de catalogación (falso positivo): ε_1
 - Probabilidad de acierto de catalogación: $(1 - \varepsilon_2)$
 - Probabilidad conjunta parcial 2 (sucesos independientes): $\varepsilon_1(1 - \varepsilon_2)$
 - Probabilidad conjunta total (sucesos independientes): $2p(1 - p)\varepsilon_1(1 - \varepsilon_2)$
- Ni el sospechoso ni el criminal tienen la cualidad Y , y ambos han sido erróneamente catalogados:
 - Probabilidad de no tener la cualidad Y : $(1 - p)$
 - Probabilidad conjunta parcial 1 (sucesos independientes): $(1 - p)^2$
 - Probabilidad de error de catalogación (falso positivo): ε_1
 - Probabilidad conjunta parcial 2 (falsos positivos) – sucesos independientes -: ε_1^2
 - Probabilidad conjunta total (sucesos independientes): $(1 - p)^2\varepsilon_1^2$

Si el sospechoso y el criminal fueran la misma persona, la evidencia se encuentra en una de estas dos situaciones posibles:

- El sospechoso tiene la cualidad Y , y no ha ocurrido error alguno de catalogación:
 - Probabilidad de la cualidad Y en el sospechoso: p

- Probabilidad conjunta de acierto de catalogación (en el sospechoso y en la muestra dubitada) – sucesos independientes -: $(1 - \varepsilon_2)^2$
- Probabilidad conjunta total (sucesos independientes): $p(1 - \varepsilon_2)^2$
- El sospechoso no tiene la cualidad Υ , y ha ocurrido un error de catalogación (falso positivo):
 - Probabilidad de no tener la cualidad Υ : $(1 - p)$
 - Probabilidad conjunta de error de catalogación (falso positivo en el sospechoso y en la muestra dubitada): ε_1
 - Probabilidad conjunta total (sucesos independientes): $(1 - p)\varepsilon_1^2$

Combinando todas las anteriores probabilidades podemos hallar $R_{k,s}$:

$$R_{k,s} = \frac{p^2(1 - \varepsilon_2)^2 + 2p\varepsilon_1(1 - p)(1 - \varepsilon_2) + (1 - p)^2\varepsilon_1^2}{p(1 - \varepsilon_2)^2 + (1 - p)\varepsilon_1^2} = \frac{(p + \varepsilon_1 - p(\varepsilon_1 + \varepsilon_2))^2}{p(1 - \varepsilon_2)^2 + (1 - p)\varepsilon_1^2} \approx (p + \varepsilon_1)^2/p$$

La aproximación final se cumple si p , ε_1 y ε_2 son pequeños.

ANEXO V: Teorema de Bayes y regla de Jeffrey

Teorema de Bayes (Taroni et al., 2006, páginas 6-7):

“Se dice que una proposición B es relevante para una proposición A si ocurre que si fuera verdadera, cambiaría el nuestro grado de creencia sobre la veracidad de A... Para cualesquiera proposiciones A y B, el grado de creencia de que A sea verdadera, dado que asumimos que B es verdadera, es igual al grado de creencia de que A y B sean ambas verdaderas, dada la información de contexto I, dividido por el grado de creencia de que B sea verdadera, dada la información de contexto I, siempre que $\Pr(B | I) > 0$: $\Pr(A | B, I) = \Pr(A, B | I) / \Pr(B | I)$.” Esta es la expresión algebraica proporcionada por el Reverendo Thomas Bayes en el siglo XVIII que llamamos Teorema de Bayes. Y los autores subrayan: “La importancia del Teorema de Bayes se debe a que es la regla que permite que adaptemos nuestros grados de creencia al recibir nueva evidencia.”

Regla de Jeffrey (Taroni et al., 2006, páginas 19-20)

Consideremos todos los posibles escenarios que pueden derivarse de la combinación de dos proposiciones A y B lógicamente compatibles en el tiempo t_0 . Más tarde, en el tiempo t_1 , se conoce que B es verdadero. Los autores demuestran que el uso del teorema de Bayes para actualizar las probabilidades es equivalente a redistribuir las probabilidades entre los posibles escenarios de forma proporcionalmente simétrica; dado que el estado de la información ha cambiado únicamente en saber que B es verdadero, y nada más, no hay razón para que se haga un cambio en las probabilidades a favor o en contra de determinados escenarios.

Cuando razonamos bajo incertidumbre, las probabilidades de los cuatro posibles escenarios en el tiempo t_1 son mayores que cero. ¿Cómo pueden distribuirse las probabilidades de los escenarios de forma que sumen la unidad para cumplir con la regla de aditividad de la teoría de la probabilidad? Un modo razonable de responder es que las probabilidades se redistribuyen de tal forma que la relación entre las nuevas y las viejas probabilidades de los escenarios sea la misma que la relación entre la nueva y la vieja probabilidad de B, porque fue el único cambio en nuestro personal estado de la información:

$\Pr_1(A, B | I) / \Pr_0(A, B | I) = \Pr_1(B | I) / \Pr_0(B | I)$; partiendo de esta fórmula, se obtiene la siguiente regla para calcular las probabilidades:

$$\Pr_1(A, B | I) = \Pr_0(A, B | I) \times (\Pr_1(B | I) / \Pr_0(B | I))$$

El último término es un factor constante, y las probabilidades se han distribuido entre los posibles escenarios de forma proporcionalmente simétrica: dado que el estado de la información sólo ha cambiado en conocer la nueva probabilidad $\Pr_1(B | I)$, y nada más, no existe razón para que haya cambios en las probabilidades a favor o en contra de determinados escenarios.

Los autores afirman que esta fórmula es una generalización simple del teorema de Bayes que se conoce en la literatura filosófica bajo el nombre de regla de Jeffrey, porque Jeffrey fue el primero en advertir que era una razonable regla general de adaptación de las probabilidades ante una nueva evidencia (Jeffrey, 1983).

El Teorema de Bayes en forma de apuestas (Aitken et al., 2004, páginas 95-96)

Si en la ecuación siguiente: $P(S | R) = [P(R | S) \times P(S)] / P(R)$, cambiamos S por \bar{S} obtenemos la expresión: $P(\bar{S} | R) = [P(R | \bar{S}) \times P(\bar{S})] / P(R)$, donde $P(R) \neq 0$.

La primera ecuación dividida por la segunda conduce al Teorema de Bayes en forma de apuestas:

$$P(S | R)/P(\bar{S} | R) = [P(R | S)/P(R | \bar{S})] \times [P(S) \times P(\bar{S})].$$

La división a la izquierda de la igualdad es la apuesta en favor de S , dado que R ha ocurrido. A la derecha hay una multiplicación de dos divisiones, siendo la segunda de las cuales la apuesta a favor de S sin información previa de R . La primera es una relación de probabilidades, pero no expresa una apuesta. Los sucesos condicionantes S y \bar{S} son diferentes en el numerador y en el denominador, mientras que el suceso R , de cuya probabilidad estamos interesados, es el mismo.

En la forma de apuesta del Teorema de Bayes se aprecia que la apuesta a favor de S cambia cuando se tiene en cuenta R en un factor que es igual a $[P(R | S)/P(R | \bar{S})]$. A esta relación se la denomina razón de verosimilitudes o factor de Bayes y es importante en la evaluación de la evidencia. El LR es una relación entre dos probabilidades: la probabilidad de R cuando ha ocurrido S y la probabilidad de R cuando ha ocurrido el suceso complementario de S .

De este modo, al considerar el efecto de R sobre la apuesta a favor de S , es decir, el paso de $P(S)/P(\bar{S})$ a $P(S | R)/P(\bar{S} | R)$, al primero se le multiplica por el LR.

La apuesta a favor de S a la izquierda de la igualdad se dice que es una apuesta a posteriori y la existente a la derecha de la igualdad, apuesta a priori. Con similar terminología, $P(S)$ se conoce como probabilidad a priori de S , y $P(R | S)$ probabilidad a posteriori de S . Obsérvese que para calcular el cambio sobre las apuestas de S , se necesitan las probabilidades de R . Advertir la diferencia entre $P(R | S)$ y $P(S | R)$ es esencial:

Por ejemplo:

$P(R | S)/P(R | \bar{S}) = 3$; el suceso R es tres veces más probable si S fuese cierto que si fuese falso. La apuesta a priori a favor de S se multiplica por un factor 3.

$P(R | S)/P(R | \bar{S}) = 1/3$; el suceso R es tres veces más probable si S fuese falso que si fuese cierto. La apuesta a priori a favor de S se reduce por un factor de 3.

Cuando se considera el efecto de R sobre S se necesita considerar tanto la probabilidad de R cuando S sea cierto como la probabilidad de R cuando S sea falso. Es un error frecuente – es la falacia de transposición del condicional - considerar que un suceso R improbable si \bar{S} es cierto, proporciona evidencia a favor de S . Para que esto sea así, se requiere, adicionalmente, que R no sea tan improbable cuando S sea cierto. En ese caso, el LR será mayor a la unidad, y así la apuesta a posteriori será mayor que la apuesta a priori.

Obsérvese que el LR es una relación entre probabilidades. Esa relación será siempre mayor de cero (excepto cuando $P(R | S) = 0$, en cuyo caso el LR = 0) y no tiene, teóricamente, límite superior. Por tanto, su rango de valores es de 0 a ∞ . El LR no puede considerarse estrictamente hablando una apuesta porque toda apuesta es la relación de probabilidades entre dos sucesos complementarios, a veces condicionados por otros sucesos. El LR es la relación entre probabilidades de un mismo suceso condicionado por dos sucesos mutuamente excluyentes, si bien no necesitan ser complementarios.

La ecuación del Teorema de Bayes en forma de apuestas puede aplicarse también a proposiciones en lugar de a sucesos. Las proposiciones pueden ser complementarias, por ejemplo la presencia (H_p) o no (H_d) del sospechoso en la escena del crimen, pero no necesitan ser así de forma exclusiva. En general, las dos proposiciones que se comparan han de ser competitivas y nada más. La apuesta $P(S)/P(\bar{S})$ en tales circunstancias debe ser explícitamente considerada como una apuesta a favor de S relativa a \bar{S} . En el caso especial en el que las proposiciones sean mutuamente excluyentes y exhaustivas, serán complementarias. Las apuestas pueden, entonces, considerarse como apuestas a favor de S , sin más, porque se consideraría implícita la complementariedad entre las proposiciones.

Estándar de ENFSI para la elaboración de informes evaluativos en ciencia forense

(versión 3.0)

Traducción: Coronel D. José Juan Lucena Molina, Escuela de Especialización de la Guardia Civil, miembro del Grupo de expertos de ENFSI desarrollador del estándar dentro del programa *Monopoly (ENFSI)* para el año 2010.

SUMARIO

Prólogo (traducido)

Guía (traducido)

Ejemplos (NO TRADUCIDOS)

Caso de ADN

Caso de cristales

Caso de reconocimiento de locutores

Caso de huella de pisadas 1

Caso de huellas de pisada 2

Caso de cámaras de circuito cerrado de TV

Caso de residuos de disparo

PRÓLOGO

El objetivo de este proyecto es estandarizar y mejorar la emisión de informes evaluativos en los laboratorios de ENFSI. ENFSI ha apostado siempre por la mejora de la calidad del trabajo científico subyacente en los informes periciales. Sin embargo, poco se ha hecho ante el reto de asegurar que los informes capten el valor y las limitaciones de los hallazgos expresados de forma comprensible para un rango amplio de usuarios como la policía, los juristas o los miembros de un Jurado. Además, la ciencia forense no progresará como disciplina reconocida sin un lenguaje común. Sin una comprensión compartida de lo que significan los hallazgos, no es posible que progrese la ciencia forense, y será incapaz de ayudar a los procesos judiciales o a las fuerzas de seguridad en la investigación de crímenes transnacionales. Resulta fácil imaginar una situación en la que este marco de referencia defina la ciencia forense en el futuro. Las recomendaciones se basan en el documento publicado por la Asociación de Proveedores de Ciencia Forense, el cual a su vez se basó en las contribuciones de un significativo número de expertos en la materia y en la formulación de los principios de la evaluación de ciencia forense.

Este proyecto fue realizado por un grupo nuclear de científicos de Institutos miembros. Persiguió reconducir la diversidad de emisiones de informes evaluativos en los laboratorios de ENFSI sugiriendo un procedimiento estandarizado y proporcionando ayuda para su implementación, incluyendo la necesidad de recibir una formación específica significativa. Se reconoce que el objetivo de implementar el procedimiento estandarizado en una amplia gama de pruebas forenses y en diferentes países es un reto y es improbable que ocurra a corto plazo. El documento adjunto contiene la guía elaborada; una hoja de ruta para su implementación, una plantilla auditora, y una serie de ejemplos de casos resueltos que muestran qué aspectos de la guía ilustran. La mayor parte de las consultas y de las interacciones en los tres años de duración del proyecto tuvieron lugar entre el grupo nuclear y la comunidad de ENFSI, particularmente con el Grupo de Competencia y Calidad (QCC) y los Grupos de Trabajo (WGs). El grupo nuclear agradece a los Grupos de Trabajo de ENFSI su activa participación.

Sheila Willis

ALCANCE

- 1.1 Este documento¹⁹¹proporciona a todos los expertos en ciencia forense un marco recomendado para la elaboración de informes evaluativos y sobre requisitos relacionados con el expediente de un caso¹⁹². Un informe evaluativo es cualquier informe forense que contenga un apartado de información evaluativa. Proporciona, en último término, una valoración de la fuerza de los hallazgos en el contexto de las circunstancias alegadas por las partes. Aunque esta guía no contempla requisitos para elaborar informaciones de inteligencia, de investigación, o técnicos, un informe evaluativo contiene, con frecuencia, elementos de conclusión técnica.
- 1.2 Los expertos en ciencia forense, que trabajan con diversos tipos de vestigios de origen conocido, o de origen desconocido o recuperados (por ejemplo, trazas), y con diferentes sistemas legislativos, tienen, en última instancia, el deber de asistir al sistema judicial. Esto puede alcanzarse mediante la generación de informes de inteligencia, de investigación, técnicos o evaluativos.
- 1.3 Los expertos se abstendrán de pronunciarse sobre asuntos que estén fuera de su ámbito de competencia técnica. Ordinariamente se abstendrán de aportar conclusiones sobre asuntos que no requieran conocimiento experto. Sin embargo, si fueren preguntados al efecto, contestarán con la condición de que quede claro que su respuesta no forma parte de la evaluación de un experto. Han de conducirse conforme dispone el código de conducta de ENFSI (BRD-GEN-003).
- 1.4 Este documento describe la formulación de informes evaluativos conforme a una jerarquía de proposiciones y define las condiciones para conducirse dentro de esa jerarquía. En aquellos casos en los que la información disponible sea confusa o incompleta (tiempos, naturaleza que se alega sobre el contacto, recuperación, etc.), se necesita decidir si hay suficiente base para realizar el trabajo como un informe evaluativo o si sólo puede proporcionarse una información investigadora. Como se ha dicho en el apartado 1.1, en este documento no se abordan los requisitos de una información investigadora.

2. INFORMACIÓN EVALUATIVA

- 2.1 Se deben generar informes evaluativos ante los Tribunales siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

¹⁹¹ La elaboración de este documento se ha basado en trabajos previos realizados por la Asociación de Proveedores de Ciencia Forense (AFSP, 2009).

¹⁹² Todas las palabras subrayadas en el documento tienen una definición en el glosario que se halla al término del mismo.

1. El experto en ciencia forense recibe una solicitud de una Autoridad o parte competente para examinar y/o comparar material (típicamente material de traza recuperado con material de referencia procedente de fuentes potenciales conocidas);
 2. El experto en ciencia forense trata de evaluar los hallazgos con respecto a particulares proposiciones competitivas entre sí determinadas por las específicas circunstancias del caso o como la Autoridad competente las haya establecido.
- 2.2 El apartado de evaluación del informe será identificado como tal por el órgano emanante para no ser confundido con las otras clases de información (de inteligencia, de investigación o técnica).
- 2.3 La evaluación de los resultados de los análisis de la ciencia forense ante los Tribunales utiliza la probabilidad como medida de incertidumbre. Se basa en los hallazgos, en los datos asociados y conocimiento experto, en las proposiciones específicas del caso y en la información condicionante.
- 2.4 La evaluación se regirá por los principios mencionados en la Nota Guía 1 (referida como apartado 4.0). Se basa en la asignación de una relación de verosimilitud. La práctica del informe debe conformarse con los mencionados principios de lógica. Este marco de información evaluativa es aplicable a todas las disciplinas de la ciencia forense. La relación de verosimilitud mide la fuerza de apoyo que los hallazgos proporcionan para discriminar entre las proposiciones de interés. Se trata de una norma científicamente aceptada, proporcionando una forma fundamentada en la lógica de realizar razonamiento inferencial.

Otros métodos (por ejemplo, métodos de quimiometría estadística) tienen su lugar en la ciencia forense para ayudar a responder otras cuestiones en diferentes etapas del proceso forense (por ejemplo, validación de métodos analíticos, o clasificación/discriminación de sustancias para información de investigación o técnica). Igualmente, otros métodos (por ejemplo, los test de la t de Student) pueden contribuir en la realización de informes evaluativos pero sólo pueden utilizarse para caracterizar los hallazgos y no para valorar su fuerza probatoria. Los hallazgos forenses deben distinguirse de su evaluación en el contexto de un caso. En lo que respecta a la parte evaluadora sólo se considera una aproximación basada en una relación de verosimilitud.

3.0 MARCO ESTÁNDAR

3.1 Las cuestiones clave del caso se establecerán mediante:

- La consideración de toda la información disponible que sea relevante y, cuando sea necesario, solicitando información complementaria.
- Un acuerdo tras deliberación – cuando sea posible o necesaria – con la Autoridad o parte competente que sea relevante (por ejemplo, con el Juez o Tribunal, la acusación o la defensa).

3.2 Sobre la base de las circunstancias del caso y tras el acuerdo en las cuestiones clave, se formularán proposiciones competitivas en un determinado nivel jerárquico [Nota Guía 2]. Se procurará que las proposiciones que se formulen no se cambien a lo largo del proceso evaluador a menos que:

- Las cuestiones clave del caso cambien y/o
- la información condicionante cambie
- los hallazgos conduzcan a nuevas líneas de investigación.

3.3 La pre-valoración ayuda a alcanzar equilibrio entre las partes y asegura que los expertos en ciencia forense formulen potenciales resultados de sus análisis explícitamente antes de su examen pericial. También ayuda a identificar la estrategia examinadora más apropiada. La pre-valoración de un caso no siempre será necesaria cuando se formulen proposiciones a nivel de fuente, pero debe realizarse cuando se formulen proposiciones a nivel de actividad. Una vez elegidas las proposiciones y conocidas las circunstancias del caso, la pre-valoración se dirige a:

- especificar los principales potenciales hallazgos de los exámenes científicos sobre los vestigios llegados al laboratorio;
- asignar probabilidades (al menos un orden de magnitud) de potenciales hallazgos con respecto a cada proposición. Esto conduce a la asignación de relaciones de verosimilitud de potenciales hallazgos en esta etapa del proceso evaluador.

Cuando los resultados sean ya conocidos (por ejemplo, tras una búsqueda en una base de datos de ADN), y no se hubiera realizado previamente una pre-valoración, ha de tenerse la precaución de evitar ser conducidos por los hallazgos. Esto puede conllevar que otro experto en ciencia forense realice la valoración sin conocer los resultados.

3.4 Si a resultas de la pre-valoración es improbable que los exámenes científicos ayuden a diferenciar entre las proposiciones, se avisará de ello a la Autoridad o parte competente con la formalidad prevista al efecto. Se recomienda que el aviso y la consecuencia del mismo se documenten en el expediente del caso.

3.5 Si la Autoridad o parte competente dictan una estrategia de examen científico que, en opinión del experto en ciencia forense, sea inapropiada, se les advertirá de ello con la formalidad prescrita y las conversaciones al respecto se documentarán explícitamente en el expediente del caso. Cualquier limitación resultante que pudiera afectar a las interpretaciones se describirá en el informe.

3.6 Si no es posible el acceso a vestigios relevantes, por prohibición o indisponibilidad, identificados como tales en el transcurso de la evaluación, se avisará a la Autoridad o parte competente sobre los límites que pueden acarrear en la interpretación de los resultados. Este aviso se hará de forma inequívoca a lo largo del informe.

3.7 El examen se llevará a cabo asumiendo que tales vestigios han sido recuperados, empaquetados, preservados y transportados de acuerdo con protocolos aceptados o buenas prácticas a menos que exista alguna buena razón para pensar lo contrario – por ejemplo, por la documentación aneja a su entrega al laboratorio, el estado del continente o del embalaje -. En tales casos se inspeccionarán tales actividades y se tratarán de resolver las dificultades encontradas llegándose a un acuerdo con la Autoridad o parte competente para proseguir el trabajo en el laboratorio. En ese contexto puede que los vestigios no lleguen a examinarse, o si lo son, cualquier limitación que afecte a los resultados y conclusiones ha de especificarse en el informe. También puede conllevar a que se decida dar una información investigadora en lugar de una evaluativa.

3.8 La pre-valoración, exámenes, observaciones, análisis y evaluación llevados a cabo, así como su documentación, han de ser válidos y acordes con una metodología preestablecida y controlada.

3.9 La pre-valoración, exámenes, observaciones, análisis y evaluación efectuados han de realizarse por personal competente y cualificado.

3.10 Teniendo en cuenta los hallazgos del proceso examinador y las probabilidades asignadas durante la pre-valoración se asigna una relación de verosimilitud. Las probabilidades asignadas (en la etapa de pre-valoración) pueden modificarse a la luz de los hallazgos (por ejemplo, cuando se halle un tipo de cristal o fibra muy poco frecuente). La justificación de los cambios ha de documentarse. De acuerdo con su incertidumbre, los expertos forenses deberían considerar explorar la sensibilidad de las relaciones de verosimilitud para diferentes probabilidades examinando el efecto de esas asignaciones probabilísticas (Biedermann & Taroni 2006).

3.11 El expediente de caso ha de incluir lo siguiente (no se trata de una lista exhaustiva):

- Información del caso (literalmente, o como se haya recibido)
- Autoridad y preguntas formuladas, si estuvieran disponibles
- Materiales y vestigios recibidos
- Las cuestiones clave y proposiciones de interés
- Todas las conversaciones mantenidas con las Autoridades y partes competentes en el caso
- Estrategia de examen
- Métodos utilizados
- Potenciales resultados y asignación de probabilidades cuando se lleve a cabo la pre-valoración
- Datos relevantes utilizados en la asignación de probabilidades [Nota Guía 3]
- Observaciones realizadas y resultados analíticos
- Debate y evaluación del grado de soporte que los hallazgos proporcionan para ayudar a resolver las cuestiones (y las proposiciones relacionadas) que vienen dictadas por las circunstancias y la resolución del caso
- Conclusiones e informe dado a la Autoridad o parte competente

3.12 Los informes deben incluir la siguiente información (no se trata de una lista exhaustiva):

- Información condicionante utilizada
- Autoridad y preguntas formuladas, si fueran preceptivas
- Proposiciones formuladas
- Vestigios relevantes recogidos/recibidos
- Vestigios examinados
- Hallazgos significativos
- Debate y evaluación
- Conclusiones
- Una advertencia de que cualquier cambio en la información relevante puede requerir la revisión de las valoraciones, conclusiones y/o proposiciones

3.13 Las conclusiones en el informe estarán relacionadas con las proposiciones consideradas y las relaciones de verosimilitud asignadas [Nota Guía 4].

3.14 La conclusión se expresará mediante un valor de relación de verosimilitud y/o una escala verbal relacionada con el valor de la relación de verosimilitud. Las expresiones verbales equivalentes expresarán un grado de apoyo a una de las proposiciones con respecto a la alternativa. La elección del equivalente verbal empleado en el informe ha de fundamentarse en la relación de la verosimilitud y no al revés. El informe contendrá una indicación del orden de magnitud de la relación de verosimilitud [Nota Guía 4].

4.0 NOTAS GUÍA

Nota Guía 1: Requisitos del informe

El informe sobre el valor de los hallazgos de carácter científico cumplirá cuatro requisitos: *Equilibrio*, *Lógica*, *Robustez* y *Transparencia*. Estos requisitos se cumplen siguiendo los principios de la evaluación forense.

Los estándares que se aportan en este documento describen el mecanismo para cumplir esos requisitos a la hora de formular tales informes.

Equilibrio – Los hallazgos deben evaluarse con, al menos, un par de proposiciones: generalmente una basada en cómo una de las partes ha narrado los hechos y la otra basada en una alternativa (narración de los hechos proveniente de la parte contraria). Si no puede formularse una alternativa, el valor de los hallazgos no puede calcularse. En ese caso, los expertos en ciencia forense han de sostener, claramente, que no están informando sobre el valor de los hallazgos.

Lógica – El informe sobre hallazgos científicos debe dirigirse a proporcionar la probabilidad de *los hallazgos* dadas las proposiciones e información de contexto relevante y no la probabilidad de *las proposiciones* dados los hallazgos e información de contexto. El informe no debe contener enunciados que sean transposiciones del condicional.

Robustez – El informe ha de ser capaz de ser objeto de detenido examen por otros expertos y de poder ser sometido a contradicción durante el proceso. Ha de fundamentarse en conocimientos sólidos, experiencia en la tipología de traza, y en la utilización de datos (como se definen en el glosario). El experto en ciencia forense procurará que los resultados de las observaciones y análisis sobre los que se han realizado inferencias y obtenido conclusiones sean robustos. Cuando haya insuficiencia de datos, la aproximación de la relación de verosimilitud proporciona al experto un marco de razonamiento estructurado y lógico basado en su experiencia, de forma que pueda explicar la base de su opinión así como su grado de comprensión sobre un particular tipo de traza.

Transparencia – Las conclusiones del informe han de derivarse de un proceso demostrativo documentado tanto en el expediente del caso como en el informe (ver también apartados 3.11 y 3.12). El informe ha de escribirse de forma que sea inteligible por un amplio número de lectores (es decir, los intervinientes del sistema judicial). Pueden incluir anexos suplementarios que expliquen fundamentos técnicos.

Nota Guía 2: Proposiciones

Los expertos en ciencia forense tienen el deber de ayudar al Tribunal explicando el significado de sus hallazgos dentro del contexto del caso. Cuando sea posible, el experto hará esto considerando los hallazgos en relación con, al menos, un par de proposiciones competitivas. Frecuentemente las proposiciones se establecen partiendo de las posiciones de la acusación y de la defensa, pero si esto resultase confuso el experto puede proponer las proposiciones más razonables teniendo en cuenta las circunstancias del caso.

Nivel jerárquico

Un enunciado evaluativo se relacionará, generalmente, con proposiciones bien a nivel de (sub-) fuente o a nivel de actividad (por ejemplo, Aitken & al. 2011).

Las proposiciones a nivel de actividad deben utilizarse cuando se necesite conocimiento experto para considerar factores como mecanismos de transferencia, persistencia y niveles de presencia de material como trasfondo que pudieran tener impacto en la comprensión de los hallazgos científicos relacionados con las actividades alegadas por las partes. Esto es particularmente importante con

materiales de traza tales como microtrazas (fibras, cristales, residuos de disparo, otras partículas) y pequeñas cantidades de ADN, drogas o explosivos.

Por ejemplo, pudiera ser engañoso informar sobre la presencia de dos fibras raras encontradas en la víctima que no pudieran distinguirse de las de la chaqueta del sospechoso, cuando las circunstancias del caso y las características de las fibras sugiriesen que debiera haberse encontrado un gran número de ellas.

La formulación de proposiciones a nivel de fuente se considera adecuada cuando no haya riesgo de que el Tribunal las considere en el contexto de las actividades alegadas por las partes en el caso. El siguiente ejemplo ilustra lo que se acaba de mencionar.

Ejemplo: Se recupera una mancha de sangre justo a la entrada del escenario en el que se ha cometido un robo y se entrega al laboratorio para un análisis de ADN. La combinación de un test preliminar con la observación directa permite al experto en ciencia forense establecer que la mancha es de sangre.

El sospechoso dice que nunca estuvo en ese lugar. Las proposiciones pueden ser: (1) la mancha de sangre provino del encausado y (2) la mancha de sangre provino de otro individuo desconocido.

La evaluación de los resultados analíticos a nivel de fuente es adecuada en este caso porque el Tribunal no necesita conocimiento experto específico para interpretar los hallazgos a nivel de actividad. No hay riesgo de que el Tribunal pueda malinterpretar el valor de los hallazgos porque no es preciso considerar factores de transferencia y persistencia: la información a nivel de fuente equivale a la de la actividad.

Esto también se aplica por igual en muchos otros tipos de trazas de naturaleza física (por ejemplo, huellas de calzado, trazas instrumentales, huellas dactilares) – ordinariamente trazas y materiales transferidos en las escenas del crimen. Además, también se aplica a tipos de trazas como pelos/fibras y pintura cuando el experto puede razonablemente asumir que son resultado de la actividad criminal alegada por la parte acusadora (por ejemplo, un grupo de fibras en la entrada del escenario del crimen).

En áreas como la comparación de casquillos y proyectiles, escritura manuscrita, reconocimiento de locutor, o encajes físicos, no hay, en general, distinción alguna entre las proposiciones a nivel de fuente y a nivel de actividad. Esto es así porque no hay riesgo de una interpretación equivocada si se asume que la cuestión de la fuente (por ejemplo, el origen del proyectil de una determinada pistola o el de una firma como procedente de Mr. Doe) está directamente relacionada con una actividad (por ejemplo, el proyectil fue disparado por la pistola o la firma fue realizada por Mr. Doe).

Ausencia de proposiciones específicas

Cuando las proposiciones no puedan especificarse, el experto puede proporcionar un informe de inteligencia, de investigación o técnico como apropiadamente se considere en el contexto del caso.

Los expertos concretarán las proposiciones alternativas teniendo en cuenta la información dimanante del investigador, Autoridades o partes competentes, o bien utilizando su propio juicio sugiriendo alternativas razonables.

En los casos en los que no parezca posible (por ejemplo, porque una de las partes se niegue a hablar), y al objeto de evaluar los hallazgos con una conclusión *equilibrada*, el experto en ciencia forense ha de tener en cuenta una proposición alternativa. Hay tres posibles opciones en esas circunstancias:

1. Adoptar las proposiciones alternativas que reflejen las posiciones de las partes de la forma más probable, haciendo posible la emisión de un informe evaluativo. Sólo esta opción puede conducir a que se emita un informe evaluativo conforme a los requisitos del presente estándar.
2. Explorar un rango de explicaciones de los hallazgos, haciendo posible la emisión de un informe de investigación.
3. Exponer los hallazgos en un informe técnico y establecer si están en concordancia o no con la única proposición considerada en el caso. El informe debe subrayar que en ausencia de una proposición alternativa no es posible evaluar los hallazgos de forma lógica.

Cambio de proposiciones

En principio, las proposiciones no se cambian a menos que las cuestiones clave del caso y/o las circunstancias condicionantes lo hagan. Por ejemplo, cuando las cuestiones de interés se formulan a nivel de actividad, la ausencia de datos sobre transferencia, persistencia o nivel de contexto preliminar de la traza que se esté considerando no es una justificación para cambiar las proposiciones de nivel de actividad a nivel de fuente. De hecho, la necesidad de considerar las proposiciones a nivel de actividad no deriva de la disponibilidad de datos en relación con los hallazgos y el tipo de traza, sino solamente de la consideración de que fenómenos como la transferencia, persistencia y nivel de contexto preliminar afecten crucialmente a la entidad de la información que puede suministrarse.

Ejemplo: En un caso donde se ha recuperado una considerable cantidad de ADN de la víctima en las manos del sospechoso, y donde se ha alegado que el sospechoso abusó sexualmente de la víctima con sus manos, resulta relevante considerar factores como el nivel de sustrato y persistencia de ese material de traza; en particular si se alega por parte del sospechoso que el ADN recuperado en sus dedos es consecuencia de un contacto socialmente legítimo. Si en tal caso, el examinador no dispusiera de datos estructurados que le condujeran hacia los factores relevantes para la evaluación dadas las proposiciones a nivel de actividad, sería inapropiado retroceder a proposiciones a nivel de fuente (considerando a la víctima con respecto a una persona no relacionada con ella como fuente del ADN recuperado). La razón de esto es que, en primer lugar, no se ha puesto en cuestión que la víctima sea la fuente del ADN recuperado (por consiguiente, las proposiciones son irrelevantes). En segundo lugar, y más importante, la relación de verosimilitud potencialmente grande para las proposiciones a nivel de fuente conlleva el riesgo de ser malinterpretada como una conclusión relacionada con las proposiciones a nivel de actividad (es decir, la cuestión real en el caso).

Sin embargo, si el examinador elige en este caso informar sobre los hallazgos a nivel de fuente (argumentando, por ejemplo, que el sospechoso no ha dicho nada sobre actividad alternativa alguna), el examinador debe hacer mención explícita, con las apropiadas advertencias, de los factores que tienen peso en la valoración de los hallazgos a nivel de actividad. También el experto pudiera explicar las posibles actividades que condujeran a los hallazgos en un informe de investigación.

El siguiente ejemplo ilustra el hecho de que las proposiciones no deben adaptarse a la luz de los resultados forenses obtenidos sino que deben permanecer bajo el punto de vista del marco de circunstancias.

Ejemplo: Considere un caso donde se alegue que un criminal rompió una ventana con doble cristal (fabricada con dos diferentes piezas de cristal A y B, respectivamente). Partiendo de las circunstancias alegadas, se formularon las siguientes proposiciones para pre-valorar el caso a nivel de actividad: (1) el individuo rompió la ventana de doble hoja como se ha alegado frente a que (2) el individuo no tiene nada que ver con la rotura, ni estuvo cerca de la escena del crimen. Como ilustración, asumamos que durante la pre-valoración el examinador esperaba recuperar de la ropa llevada por el criminal, bajo la proposición (1), una gran cantidad de fragmentos de cristal de las dos hojas de la ventana. Sin embargo, el examen proporcionó la recuperación de únicamente dos fragmentos de cristal de un grupo indiferenciado y perteneciente a una de las hojas de la ventana, concretamente la A. En este

caso, los hallazgos forenses aún requieren ser evaluados en el contexto de las anteriormente mencionadas proposiciones (que incluye la consideración del pequeño número de fragmentos asociados a la hoja A y la ausencia de fragmentos de cristal asociados a la hoja B). Conduciría al engaño cambiar las proposiciones formuladas a nivel de actividad a nivel de fuente, es decir: (1) los dos fragmentos recuperados proceden de la hoja A, frente a (2) los dos fragmentos recuperados proceden de una fuente de cristal desconocida.

Se ha de reconocer que hay casos en los que las proposiciones se formulan a la luz de los resultados forenses. Pueden ofrecerse ejemplos típicos relacionados con las primeras etapas de una investigación.

Ejemplo: Asumamos un caso en el que se haya encontrado un cadáver y se desconozca la causa de la muerte. El médico forense encuentra un proyectil, considerado letal, que puede conducir a la formulación de una particular conjunto de proposiciones por el experto balístico, el cual pudiera realizar exámenes comparativos con proyectiles disparados con el arma de un sospechoso en condiciones controladas.

Nota Guía 3: Datos utilizados para valorar la fuerza de los hallazgos

Las relaciones de verosimilitud se fundamentan en asignaciones de probabilidad de los hallazgos dadas cada una de las proposiciones competitivas. Estas asignaciones han de basarse en datos y documentarse en el expediente del caso. Este estándar invita a revelar los datos que se utilizaron para fundamentar las conclusiones. Siempre que sea posible se utilizarán datos publicados para fundamentar esas valoraciones, dando por sentado que se consideran relevantes por el experto en ciencia forense y aptos para el caso de que se trate. Si no hubiera datos publicados disponibles, pudieran utilizarse datos no publicados siempre que estuvieran documentados en el expediente. Con independencia de la existencia de fuentes (publicadas o no) de datos estructurados, pudieran utilizarse datos personales relacionados con experiencias en casos similares y la realización de consultas entre expertos de forma que el experto en ciencia forense pueda justificar el uso de tales datos. Se da por supuesto que el experto documentará los fundamentos de sus valoraciones. Por ejemplo, si la valoración se fundamenta en la experiencia, el experto deberá ser capaz de demostrar la actividad profesional relevante previa de forma documentada.

Particularmente, en los casos en los que se encuentre muy raramente un material o un tipo determinado de traza, las probabilidades serán informadas bien por conocimiento de un especialista y/o simulaciones o estudios ajustados al caso.

Nota Guía 4: Significado de la relación de verosimilitud en un informe evaluativo

La conclusión debe expresar el grado de apoyo proporcionado por los hallazgos forenses a una proposición o a su(s) alternativa(s) dependiendo de la magnitud de la relación de verosimilitud (LR).

Para un LR igual a 1 la conclusión ha de ser que los hallazgos no proporcionan ayuda alguna para pronunciarse sobre la cuestión inserta en las proposiciones.

Para valores de LR mayores de la unidad, la conclusión ha de ser que los hallazgos son más probables descubrirlos si la primera proposición (en el numerador) es cierta frente a que lo sea su alternativa (en el denominador). Para valores de LR menores de la unidad, la conclusión ha de ser que los hallazgos son más probables descubrirlos si la proposición alternativa es cierta frente a que lo sea la primera proposición.

Esto, en realidad, indica un grado de apoyo de los hallazgos forenses hacia una proposición relativamente frente a la otra.

El grado de apoyo se relaciona con la magnitud de la relación de verosimilitud. Una relación de verosimilitud puede expresarse mediante un equivalente verbal de acuerdo con una escala de conclusiones (véase también Nordgaard & otros, 2012). Más abajo se proporciona un ejemplo:

| Valores ¹⁹³ de relación de verosimilitud | Equivalente verbal (se ofrecen dos opciones de forma de expresión) |
|---|---|
| 1 | Los hallazgos forenses <i>no apoyan</i> a una proposición frente a la otra. Los hallazgos forenses <i>no proporcionan ayuda</i> para dirimir la cuestión. |
| 2 – 10 | Apoyo ¹⁹⁴ <i>débil</i> de los hallazgos forenses a la primera proposición comparada con la alternativa. Los hallazgos forenses son <i>ligeramente</i> más probables dada una proposición en vez de la otra. |
| 10 – 100 | Apoyo <i>moderado</i> son <i>más probables</i> ... |
| 100 – 1000 | Apoyo moderadamente fuerte son <i>apreciablemente más probables</i> ... |
| 1000 – 10.000 | Apoyo <i>fuerte</i> son <i>mucho más probables</i> ... |
| 10.000 – 1.000.000 | Apoyo <i>muy fuerte</i> son <i>muchísimo más probables</i> ... |
| ≥ 1.000.000 | Apoyo <i>extremadamente fuerte</i> son <i>extremadamente mucho más probables</i> |

Aunque la elección de los términos, el número de escalones y los intervalos puedan variar entre laboratorios, la escala y sus principios se aplicarán a todas las disciplinas forenses cubiertas dentro de los laboratorios.

Cuando se tengan en cuenta proposiciones a nivel de fuente, y cuando la relación de verosimilitud sea el inverso de la probabilidad de coincidencia condicional (CMP)¹⁹⁵ – como se presenta frecuentemente en un caso de ADN que entrañe la existencia de una gran mancha sin mezcla – el experto en ciencia forense puede elegir informar sobre la probabilidad de coincidencia condicional en lugar de sobre la relación de verosimilitud.

Otro ejemplo especial en conclusiones a nivel de fuente ocurre cuando la relación de verosimilitud (es decir, su numerador) es igual a cero. En este caso, el término “exclusión” es utilizado generalmente como conclusión.

¹⁹³ Las relaciones de verosimilitud correspondientes con el inverso (1 / X) de estos valores (X) expresan el grado de apoyo por la proposición especificada como alternativa comparada con la primera.

¹⁹⁴ Los expertos en ciencia forense o sus informes deben evitar dar la impresión de que frases del estilo “los hallazgos forenses proporcionan *débil apoyo* por la primera proposición comparada con la alternativa” signifique que los hallazgos proporcionan (fuerte) apoyo por la alternativa especificada. Significa que los hallazgos son hasta 10 veces más probables descubrirlos si la primera proposición es cierta que cuando lo sea la alternativa especificada. Esta es también la razón por la cual la alternativa debe ser explícitamente especificada. En los casos en los que pudiera esperarse por parte del lector una lectura equivocada como la descrita anteriormente, los expertos en ciencia forense deberán añadir comentarios adicionales.

¹⁹⁵ El término probabilidad de coincidencia condicional (CMP) expresa la probabilidad de una advertencia correspondencia condicionada sobre una proposición alternativa ajustada al caso. Este término es más general que el más ampliamente difundido pero restrictivo término “probabilidad de coincidencia aleatoria (RMP)”.

5.0 GLOSARIO

Nota preliminar

Muchas de las distinciones entre términos descritas en esta sección ni son rígidas ni exclusivas. El lector debe mantener un punto de vista flexible y aceptar que, en algunas situaciones, un término puede parecer más acertado en una situación que en otra.

Expediente de un caso

Todas las notas y correspondencia del laboratorio asociadas con el caso que pueden, en ciertas circunstancias, ser dadas a conocer.

Clasificación

Se denomina clasificación a la asignación de una persona u objeto a una categoría particular (ver también ejemplos insertos en la voz informe técnico).

Conclusión

En informes evaluativos, la conclusión es un enunciado que responde a cuestiones específicas y que se alcanza sobre el fundamento de un proceso de razonamiento conforme a los principios de la evaluación forense. Se formula mediante una relación de verosimilitud.

Información condicionante

Información condicionante es la información relevante que ayuda al experto en ciencia forense a reconocer las cuestiones pertinentes, a seleccionar las proposiciones apropiadas y a realizar la prevaloración del caso. Debe considerarse siempre como provisional y el experto en ciencia forense debe estar dispuesto a re-evaluar los hallazgos si cambiase la información condicionante. Como ejemplos de información relevante que pudiera cambiar podemos citar la naturaleza de la actividades alegadas, el intervalo temporal entre la acción criminal y la recogida de trazas (y muestras de referencia) y el testimonio de la víctima/sospechoso con respecto a sus actividades.

Más formalmente, la información condicionante es un ingrediente esencial para la asignación de probabilidades, puesto que todas las probabilidades son condicionales. En una evaluación forense, es importante no centrarse en toda la posible información que se pudiera recabar sino en sólo aquella que sea relevante para una alegación de interés. El informe forense requiere que el experto en ciencia forense tenga una clara percepción de la información condicionante mientras lleva a cabo su informe (consúltese también los principios de la evaluación forense). La información condicionante se conoce, a veces, como el marco de circunstancias (o información de contexto). La mayor parte de la información no científica carecerá de relación alguna con los hallazgos científicos, pero resulta esencial reconocer aquellos aspectos de la información no científica que lo hagan.

Algunos ejemplos adicionales de información relevante podrían ser el origen del agresor (que no coincida con el del sospechoso) y la naturaleza de las ropas y superficies.

Datos (asociados con la evaluación de un determinado tipo de traza)

A través de este documento, el término datos no es utilizado para describir los resultados de los exámenes asociados con las muestras del caso en cuestión. Los datos se refieren al conocimiento técnico y empírico asociado a un determinado tipo de traza. Se refieren a observaciones (empíricas) de carácter general, tales como la ocurrencia de perfiles de ADN entre los miembros de una población relevante o el número esperado de fragmentos de cristal transferidos sobre unas ropas

como resultado de una rotura de un cristal. Tales datos pueden tener, por ejemplo, la forma estructurada de publicaciones científicas, bases de datos o informes internos, o ser parte de conocimiento experto fruto de experimentos realizados en condiciones controladas, adiestramiento y experiencia.

Informe evaluativo

Un informe evaluativo es un informe que evalúa los hallazgos forenses a la luz de, al menos, un par de proposiciones. Por tanto, está basado en una relación de verosimilitud y es conforme a los principios de evaluación. En la mayoría de las ocasiones, los informes evaluativos surgen de exámenes comparativos entre material de fuente desconocida y material de referencia de una o varias fuentes potenciales.

Prueba (del inglés “evidence”)

El término “prueba” es un término genérico. Desde un punto de vista estrictamente científico, la prueba se refiere a los resultados de los exámenes forenses (hallazgos) que, en última instancia, pueden utilizarse por los que toman las decisiones en los Tribunales para alcanzar creencias razonables sobre una proposición. Prueba ha de ser un término utilizado por juristas.

Exámenes (tests y análisis)

En términos generales, el significado de exámenes, tests y análisis se relaciona con todas las operaciones técnicas realizadas – en condiciones controladas y/o de acuerdo con protocolos predefinidos – por expertos en ciencia forense con el fin de realizar observaciones (que constituirán los hallazgos) consideradas relevantes para ayudar a abordar las cuestiones clave de un caso.

Explicación

En el contexto de una evaluación de ciencia forense, las explicaciones han sido reconocidas como consideraciones intermedias cuando se exploran alternativas menos formales. Aunque tengan la capacidad de explicar observaciones particulares, no pueden cualificarse como proposiciones formales esencialmente porque – con frecuencia – pueden ser enunciados de lo obvio, de lo especulativo o de lo imaginativo. Es más, las explicaciones pueden ofrecerse siempre que no hayan sido formuladas alternativas exclusivas por las partes. Una adicional propiedad característica de las explicaciones es que su uso como un condicional conduce a la probabilidad igual a la unidad para cualquier resultado. Consecuentemente, no es posible asignar valor probativo alguno al respectivo resultado. Consúltese también Evett & otros (2000a).

Hallazgos

Los hallazgos son los resultados de las observaciones y mediciones que se realizan sobre las muestras de interés. Pueden ser cualitativos (nominales u ordinales) o cuantitativos (discretos o continuos). La ausencia de resultado es también un hallazgo. Como ejemplos de resultados cualitativos (generalmente descriptores de categorías) pueden citarse los tipos de fibras o los grupos sanguíneos.

Son nominales porque no es posible ordenarlos de modo natural. Los resultados cualitativos se califican de ordinales si tienen un orden subyacente, incluso aunque no sea generalmente cuantificable (por ejemplo, la categoría de daño producido en un vehículo accidentado descrito como ninguno, ligero, moderado, severo y muy severo). Como ejemplos de resultados cuantitativos discretos tenemos el número de fragmentos de cristal recuperados o la cantidad de residuos de disparo (en términos de valores enteros). Como ejemplos de resultados continuos tenemos las medidas de cantidades físicas como la longitud, el peso, el índice de refracción (en términos de cualquier valor en un intervalo continuo).

Generalmente, todos los resultados (es decir, tanto el material diferenciado del espécimen como el material no diferenciado) deben incluirse en la evaluación, puesto que no es equilibrado valorar únicamente los hallazgos que correspondan a una fuente potencial. Las observaciones se llevan a cabo para cada caso, no como parte de una serie de experimentos en los que pueden eliminarse resultados anómalos.

Informe de inteligencia

En procesos de inteligencia, los científicos proporcionan indicadores (basados en restos físicos de sucesos) que sirven para unir casos, sucesos y situaciones en forma de inteligencia estratégica (evaluación de amenazas, medida de impacto de fenómenos criminales en desarrollo), todo ello con el objetivo de ayudar a diseñar estrategias. Esto puede conducir a la adopción de medidas operativas o de investigación que determinen tendencias y ayuden a diseñar una acción coordinada. Las medidas de carácter operativo pueden consistir en evitar, prevenir, etc., crímenes, mientras que las estrategias de investigación permiten realizar análisis sobre la comisión de casos/crímenes. Los informes de inteligencia abordan cuestiones relacionadas con fenómenos y pueden tener forma de productos analíticos (como modelos de crímenes) o de inteligencia (como series de crímenes específicos que informen decisiones sobre priorización de problemas y objetivos).

Informe de investigación

Los informes de investigación son específicos de cada caso o de una serie de casos. Pueden describir un modus operandi, o tipos de trazas observadas en casos relacionados para mejorar la detección y la relevancia de las trazas recogidas. Se solicitan para generar explicaciones que den sentido a las observaciones (los resultados de tests analíticos o de exámenes visuales que pueden ofrecerse por ejemplo en un informe técnico).

Con frecuencia, tales explicaciones se refieren a fenómenos criminales que se expanden en varios sucesos criminales de los que se desconoce quién o quienes pudieran ser sus autores en el momento en que se emiten. Una explicación se distingue de un informe evaluativo en que este último define las proposiciones relacionadas con un caso criminal particular de una manera más formal.

Las explicaciones pueden ofrecerse verbalmente pero han de confirmarse mediante una breve declaración (tipo de traza investigada, croquis, modus operandi) o mediante anotaciones.

Muestra (del inglés “item”)

Una muestra es, en sentido muy general, un objeto sobre el que se realizan exámenes. Pudiera provenir de una fuente conocida (en cuyo caso podría ser una referencia), pero pudiera tratarse también de un objeto procedente de una fuente desconocida que se haya recogido, por ejemplo, de la escena del crimen (en cuyo caso sería una muestra dubitada).

Relación de verosimilitud

Una relación de verosimilitud es una medida de la fuerza relativa de apoyo que un hallazgo en particular da a una proposición frente a una establecida alternativa (Aitken, Roberts & Jackson, 2011; Aitken & Taroni, 2004). Se define en términos de división entre dos probabilidades condicionales: (i) la probabilidad de los hallazgos dado que una de las proposiciones es cierta y dada la información condicionante; y (ii) la probabilidad de los hallazgos dado que la otra proposición es cierta y dada la (misma) información condicionante.

Las dos probabilidades condicionales que conforman la relación de verosimilitud pueden asignarse bien mediante datos publicados, bien mediante conocimiento general (base) del experto (consúltese también “Probabilidad, condicional”).

El uso de una relación de verosimilitud no implica, generalmente, que una de las proposiciones considerada deba ser cierta. Aunque las dos proposiciones elegidas se consideran de máxima relevancia, no necesitan ser exhaustivas, de forma que ambas pudieran ser falsas. La relación de verosimilitud no dice otra cosa sobre proposiciones que sobre las dos consideradas al efecto.

Cuestiones clave

Las cuestiones clave representan aquellos aspectos de un caso sobre el que un Tribunal, de acuerdo con la ley aplicable al efecto, pretende pronunciarse en la sentencia. Las cuestiones clave proporcionan el marco general dentro del cual se formulan las solicitudes a los expertos en ciencia forense y se definen formalmente las proposiciones (para un informe evaluativo).

Autoridad competente o partes proponentes

Las Autoridades competentes o las partes proponentes son las personas o instituciones de las que dimanar la entrega de las muestras (del inglés "item") a los expertos en ciencia forense (es decir, a las instituciones a las que pertenecen).

Pre-valoración

La prevaloración del caso busca especificar hallazgos potenciales antes de realizar análisis alguno o antes de conocer los resultados, para calcular el valor potencial asociado a cada uno de los hallazgos, así como la probabilidad de obtener esos resultados bajo cada una de las proposiciones competitivas.

La finalidad que se persigue es doble: (i) evitar evaluaciones sesgadas por los hallazgos, y (ii) elaborar una estrategia examinadora sobre la que una Autoridad o parte competente - en términos de resultados esperados y valor probatorio asociado - puedan estar de acuerdo (Cook & otros, 1998a).

Para asegurar que se aborde el problema de forma equilibrada, el experto en ciencia forense debe - antes de cualquier examen - formular potenciales resultados (junto con probabilidades de esos resultados) dado que cada una de las proposiciones competitivas sea cierta. Si no se hiciera así, la evaluación podría estar sesgada. Por ejemplo, un enunciado como: "Estas observaciones se corresponden bien con mis expectativas¹⁹⁶ si la proposición de la acusación es cierta", merecen mayor credibilidad si el experto puede demostrar que las correspondientes expectativas (incluyendo asignaciones de factores como transferencia y persistencia) han sido formuladas antes de realizar examen alguno.

Principios de la evaluación de ciencia forense

La elección de la probabilidad como medida de incertidumbre implica tres preceptos para la evaluación en la ciencia forense (adaptado de Evett & otros, 2000b, página235):

1. La interpretación de los hallazgos científicos se lleva a cabo dentro de un marco de circunstancias. La interpretación depende de la estructura y el contenido de dicho marco.
2. La interpretación sólo tiene sentido cuando se formulan dos o más proposiciones competitivas.
3. El papel del experto en ciencia forense es el de considerar la probabilidad de los hallazgos dadas las proposiciones formuladas, y no la probabilidad de las proposiciones.

¹⁹⁶ Obsérvese que el sentido del uso aquí del término "expectativa" es genérico, y debe distinguirse del significado, más estricto, utilizado en la literatura científica de la estadística.

Probabilidad, condicional

La probabilidad es un concepto mediante el cual se expresan incertidumbres (sobre un suceso o, más generalmente, una situación desconocida). Las leyes de la probabilidad definen los valores que la probabilidad puede tomar y cómo se combinan (Aitken & Taroni, 2004). Entre científicos forenses y otros miembros del ámbito jurídico en general, es corriente ver las probabilidades (i) como condicionadas a la información disponible a quien asigna probabilidades (es decir, todas las probabilidades son condicionales) y, de este modo, (ii) como personales grados de creencia (Taroni, Aitken & Garbolino, 2001).

Proposiciones

Las proposiciones son enunciados que o bien son verdaderos o falsos, y que pueden afirmarse o negarse (Anderson, Schum & Twining, 2005). Las proposiciones han de formularse por pares (por ejemplo, los puntos de vista de cada una de las partes en un caso) y frente a la información de contexto y lo que se haya asumido. Es más, deben ser susceptibles de recibir una asignación razonada de credibilidad por parte del cuerpo judicial y servir para la realización de un ejercicio de inferencia racional. Las proposiciones han de distinguirse de las explicaciones, las cuales no tienen las mencionadas propiedades. Consúltese también Evett & otros, (2000a).

Proposición, alternativa

Una proposición alternativa es mutuamente excluyente con respecto a otra proposición competitiva. La proposición formulada por la parte oponente es generalmente referida como la proposición alternativa. El informe evaluativo requiere la consideración de, al menos, un par de proposiciones mutuamente excluyentes. Puede conllevar la consideración de múltiples proposiciones.

Proposiciones, jerarquía de

En el contexto de un procedimiento penal, las proposiciones pueden clasificarse en amplias categorías (o niveles jerárquicos) tales como “nivel de crimen” (proposiciones que se refieren a la comisión de un crimen), “nivel de actividad” (proposiciones sobre una actividad humana o un hecho acaecido), y “nivel de fuente” (proposiciones sobre la fuente de un material físico). Consúltese también Cook & otros (1998b). El nivel “sub-fuente” representa un adicional nivel inferior. Puede ser apropiado cuando no sea posible atribuir hallazgos de naturaleza analítica a un material fuente específico. En análisis de ADN, por ejemplo, puede que ocurra que un perfil no pueda atribuirse a una determinada mancha, muestra (del inglés “item”) de un papel de seda, u otro material fuente particularizado, encontrados todos ellos en la escena del crimen. Consúltese también Evett & otros, (2002).

Solicitudes

Las solicitudes son las cuestiones que las Autoridades o partes competentes plantean a los expertos en ciencia forense.

Muestra (del inglés “sample”, relacionada con un proceso de muestreo)

La noción de “muestra” (del inglés “sample”) es considerada en esta sección como referida a la selección representativa de muestras (del inglés “item”) a partir de una población de muestras (del inglés “item”) (o, hablando de forma más genérica, la extracción de una parte representativa de un todo). Tal elección se realiza de tal forma que permita razonar sobre las propiedades de la población fuente. Este es el caso típico de una aprehensión de muestras (del inglés “item”) que se piensa que contienen algo ilícito. La noción de muestra (del inglés “sample”) es apropiada cuando se refiere a la recogida de un material representativo de una fuente conocida.

Espécimen (del inglés “specimen”, como caso particular de “item”)

Como una muestra (del inglés “sample”), un espécimen es también parte de un todo, aunque se diferencia sustancialmente de una muestra (del inglés “sample”). En la gran mayoría de contextos forenses, un espécimen representa a una única (posiblemente degradada o, incluso, contaminada) muestra (del inglés “item”), tal como una mancha, una huella latente dactilar, una huella latente de calzado, etc., encontradas en la escena del crimen. Una propiedad característica del espécimen de esta clase es que no tiene las mismas cualidades que una muestra (del inglés “sample”) porque presenta una esencial incertidumbre por su naturaleza como material de traza.

Fuerza de apoyo de los hallazgos

Esta es la expresión relacionada con el grado de apoyo de las observaciones (es decir, hallazgos) a una de las dos proposiciones competitivas. El grado de apoyo se expresa, a la Autoridad o parte competentes, en términos de magnitud de una relación de verosimilitud. Puede expresarse utilizando una escala verbal relacionada con la magnitud de la relación de verosimilitud.

Informe (factual) técnico

Un informe técnico es aquél que *no* conlleva una evaluación formal bajo un par de proposiciones competitivas, expresada en términos de una relación de verosimilitud.

En sentido estricto, el informe puramente técnico o factual está confinado a un enunciado *no* sujeto a evaluación alguna. Equivale a un informe descriptivo de los hallazgos. En ciertas situaciones, el enunciado descriptivo de las observaciones puede conducir a unas conclusiones particulares, tales como un enunciado sobre la naturaleza de un particular material físico, o – más formalmente – la asignación de un objeto a una clase (es decir, clasificación). Un informe técnico se restringe frecuentemente a los resultados asociados con observaciones de muestras (del inglés “item”) sin la existencia de una tarea comparativa con fuentes conocidas. Sin embargo, puede también conllevar que se informe sobre medidas cuantitativas de un atributo (como el peso o la concentración) asociado con la muestra (del inglés “item”). Junto con estas medidas, generalmente se informa sobre algunas indicaciones de sus incertidumbres asociadas (precisión, exactitud de la técnica). Incluso aunque tales informes puedan contener elementos de evaluación estadística, permanecen en un ámbito descriptivo y no llegan a ser informes evaluativos como se define en este documento.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de informes técnicos:

- Este electroferograma muestra en ese marcador dos picos, uno en la posición *a* y otro en la posición *b*. Teniendo en cuenta los criterios de asignación alélica, podemos concluir que el genotipo del donante de la mancha es *ab* para ese marcador.
- Estos fragmentos transparentes tienen las siguientes propiedades: tamaño inferior a 2 mm, propiedades ópticas anisótropas, etc. Son fragmentos de cristal.
- Este polvo de composición desconocida tiene fuerte olor a queroseno, su color es blanco y parcialmente amarillento, y produce un resultado GC-MS particular (es decir, un cromatograma determinado), por consiguiente, cumple todos los criterios para considerar que esa sustancia es cocaína. Una vez cuantificada, los resultados obtenidos fueron que su concentración es del XX% (\pm YY%).
- La aplicación del ESDA a los documentos cuestionados permitieron la detección de los siguientes números indentados escritos sobre el documento: 1, 10, 34, 22, 4.
- El documento presentado ha sido producido por un dispositivo de xerigrafía como una impresora láser.

Para ubicar un informe técnico apropiadamente en su contexto, se necesitan mencionar en el informe las condiciones experimentales y de observación utilizadas.

Transposición del condicional

En contextos legales se considera que un enunciado es una transposición del condicional si de forma falaz se iguala (o confunde) la probabilidad de particulares hallazgos dada una proposición con la probabilidad de esa proposición dados esos hallazgos.

Ejemplo: Asumamos que se recupera una mancha de sangre en una escena del crimen que conduce a un perfil de ADN que se corresponde con el del sospechoso. Si la probabilidad de hallar ese perfil de ADN en una persona desconocida es, por ejemplo, 1 entre 500 millones, sería falaz concluir que hay una probabilidad de sólo 1 en 500 millones de que el sospechoso no sea el donante de la mancha. Resulta particularmente importante recordar lo que se acaba de mencionar en casos en los que se haya encontrado una fuente potencial como resultado de una búsqueda – posiblemente larga – en una base de datos de ADN.

Referencias

(se omiten)

BIBLIOGRAFÍA

- AFSP (Association of Forensic Science Providers), 2009. Standards for the formulation of evaluative forensic science expert opinion, *Science and Justice* 49(3), páginas 161-164.
- AGAZZI E., 2018. *L'oggettività scientifica e i suoi contesti*, ed. Studi Bompiani.
- AITKEN C.G.G., TARONI F., 2004. *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*, 2nd ed., Wiley, Chichester (Reino Unido).
- ALCARÁZ VARO E., HUGHES B., 2001. *Diccionario de Términos Jurídicos*, Ariel, 6ª edición, Barcelona.
- ALVIRA T., CLAVELL L., MELENDO T., 2001. *Metafísica*, Barañáin (Pamplona), EUNSA.
- ARANA J., 2012. *Los sótanos del universo*, Biblioteca Nueva Universidad, Madrid.
- ARISTÓTELES, 1978. *Acerca del alma*. Gredos, Madrid.
- ARISTÓTELES, 1994. *Ética a Nicómaco*, Centro de Estudios Constitucionales, Madrid.
- ARISTÓTELES, 1970. *Metafísica*, Gredos, Madrid.
- ARTIGAS M., 1992. *Filosofía de la Ciencia Experimental*, Barañáin (Pamplona), EUNSA.
- ARTIGAS M., SANGUINETI J.J., 1993. *Filosofía de la Naturaleza*, Barañáin (Pamplona), EUNSA.
- AUCKENTHALER R., CAREY M., LLOYD THOMAS H., 2000. "Score normalization for text-independent speaker verification systems", *Digital Signal Processing*, 10(1-3), páginas 42-54.
- BALDING D.J., 2005. *Weight-of-evidence for Forensic DNA Profiles*, Wiley, Chichester (Reino Unido).
- BEN M., BLOUET R., BIMBOT F.A., 2002. "Monte Carlo method for score normalization in automatic speaker verification using Kullback-Leibler distances", *Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Orlando (USA).
- BERNARDO J.M., SMITH A.F.M., 2000. *Bayesian Theory*, 2nd edition, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester (Reino Unido).
- BIEDERMANN A., BOZZA S., TARONI F., 2010. "Probabilistic evidential assessment of gunshot residue particle evidence (Part II): Bayesian parameter estimation for experimental count data", *Forensic Science International*, 206(1-3), páginas 103-110.
- BIEDERMANN A., 2015. "The Role of the Subjectivist Position in the Probabilization of Forensic Science", *Journal of Forensic Science Medicine*, 1(2), páginas 140-148.
- BIRNBAUM A., 1962. "On the foundations of statistical inference (with discussion)", *Journal of the American Statistical Association*, 57(298), páginas 269-306.
- BUCKLETON J.S., TRIGGS C.M., WALSH S.J. (Editors), 2004. *Forensic DNA Evidence Interpretation*, CRC Press, Boca Raton (FL – USA).
- BUNCH S.G., 2000. "Consecutive matching striation criteria: a general critique", *Journal of Forensic Sciences*, 45, páginas 955-962.
- BUNCH S.G., WEVERS G., 2013. "Application of likelihood ratios for firearm and toolmark analysis", *Science and Justice*, 53(2), páginas 223-229.
- BURNYEAT M., 1981. "Aristotle on understanding knowledge", en *Aristotle on Science*, editado por Enrico Berti, 97-139. Padua: Editrice Antenore.
- BUTLER J.M., 2005. *Forensic DNA typing*, Elsevier Academic Press, Barlington (MA – USA).
- BRUMMER N., DU PREEZ J., 2006. "Application independent evaluation of speaker detection", *Computer Speech and Language*, 20(2-3), páginas 230-275.

- CAMPBELL W.M., STURIM D.E., REYNOLDS D.A., 2006. "Support vector machines using GMM supervectors for speaker verification", *IEEE Signal Processing Letters*, 13(5), páginas 308-311.
- CHAMPOD C., 1996. Reconnaissance automatique et analyse statistique des minuties sur les empreintes digitales. PhD thesis, Institut de Police Scientifique et de Criminologie, Université de Lausanne, Imprimerie Evard, Concise (Suiza).
- CHAMPOD C., TARONI F., 1997. "Bayesian framework for the evaluation of fibre transfer evidence", *Science and Justice*, 37(2), páginas 75-83.
- CHAMPOD C., VUILLE J., 2010. Scientific evidence in Europe – Admissibility, Appraisal and Equality of Arms. European Committee on Crime Problems (CDCP), Estrasburgo (Francia).
- COOK R., EVETT I.W., JACKSON G., JONES P.J., LAMBERT J.A., 1998a. "A hierarchy of propositions: deciding which level to address in casework", *Science & Justice*, 38, 231-239.
- COOK R., EVETT I.W., JACKSON G., JONES P.J., LAMBERT J.A., 1998b. "A model for case assessment and interpretation", *Science & Justice*, 38, 151-156.
- CORAZÓN GONZÁLEZ R., 2002. *Filosofía del conocimiento*, Barañáin (Pamplona), EUNSA.
- COUNCIL FRAMEWORK DECISION 2009/905/JHA of November 2009 on Accreditation of forensic service providers carrying out laboratory activities. Acts adopted under Title VI of the EU Treaty. Official Journal of the European Union of 9 January 2009, L 322.
- CRUZ PRADOS A., 1991. *Historia de la Filosofía Contemporánea*, Barañáin (Pamplona), EUNSA.
- CURRAN J.M., HICKS T.N., BUCKLETON J.S., 2000. *Forensic Interpretation of Glass Evidence*, CRC Press, Boca Raton (MA – FL).
- DAVID M., "The Correspondence Theory of Truth". En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (edición Fall 2016), Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/fall2016/entries/truth-correspondence>
- DAVIS S., MERMELSTEIN P., 1980. "Comparison of parametric representations for monosyllabic Word recognition in continuously spoken sentences", *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 28(4), páginas 357-366.
- DAWID A.P., 1982. "Intersubjective statistical model", in Koch, Spizzinicho (eds.), Amsterdam, páginas 217-232.
- DAWID A.P., 1985. "Probability, symmetry and frequency", *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 36, páginas 107-128.
- DE FINETTI B., 1930. *Fondamenti logici del ragionamento probabilistico*, Bolletino Della Regia Unione Matematica Italiana, 9.
- DE FINETTI B., 1931. "Probabilism: A Critical Essay on the Theory of Probability and on the Value of Science", traducción al inglés del artículo originalmente escrito en italiano en *Erkenntnis*, volumen 31, septiembre de 1989.
- DE FINETTI B., 1937. "Foresight: Its Logical Laws, Its Subjective Sources", *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, Vol. 7. Traducción autorizada de Henry E. Kyburg, Jr.
- DE FINETTI B., 1968. "Probabilism: A Critical Essay on the Theory of Probability and on the Value of Science", traducción al inglés del artículo originalmente escrito en italiano en *Erkenntnis*, volumen 31, septiembre de 1989.
- DE TORRE J.M., 1980. *Christian Philosophy*, SINAG-TALA, Manila (Filipinas).
- DEHAK N., KENNY P., DEHAK R., DUMOUCHEL P., OUELLET P., 2001. "Front-end factor analysis for speaker verification", *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 19(4), páginas 788-798.

- DIACONIS P., FREEDMAN D.A., 1984. "Partial exchangeability and sufficiency", in Rosh, Roy (eds.), Indian Statistical Institute, Calcutta, páginas 205-236.
- DÍAZ GÓMEZ J.J., MARTÍN RAMOS J.L., LUCENA MOLINA J.J., 2003. "Evaluación del sistema de reconocimiento automático de locutores IdentiVox-LR en el método de clasificación con la base de datos Ahumada", Actas del 2º Congreso de la Sociedad Española de Acústica Forense, Barcelona, páginas 1-12.
- ENFSI DRUGS WORKING GROUP, 2008-2009. Wiesbaden: Proficiency Test organized by Dr. Wolf-Rainer Bork (Bundeskriminalamt).
- ENFSI GUIDELINE FOR EVALUATIVE REPORTING IN FORENSIC SCIENCE, 2015. <https://enfsi.eu/documents/forensic-guidelines>
- EVETT I.W., 1984. A quantitative theory for interpreting transfer evidence in criminal cases, Applied Statistics, 33, páginas 25-32.
- EVETT I.W., LAMBERT J.A., BUCKLETON J.S., 1998. "A Bayesian approach to interpreting footwear marks in forensic casework", Science and Justice, 38, páginas 241-247.
- EVETT I.W., WEIR B.S., 1998. Interpreting DNA Evidence, Sinauer Associates Incorporated, Sunderland (MA - USA).
- EVETT I.W., JACKSON G., LAMBERT J.A., 2000a. "More on the hierarchy of propositions: exploring the distinction between explanations and propositions", Science & Justice, 40, 3-10.
- EVETT I.W., JACKSON G., LAMBERT J.A., McCROSSAN S., 2000b. "The Impact of the Principles of Evidence Interpretation on the Structure and Content of Statements", Science & Justice, 40, 233-239.
- EVETT I.W., 2009. "Evaluation and profesionalism", Science & Justice, 49(3), 159-160.
- FERNÁNDEZ J.L., 1994. "El «ens rationis», un caso de objeto puro", Anuario Filosófico, (27), páginas 297-318.
- FERNÁNDEZ J.L., 1997. "Tipología del ente de razón", Anuario Filosófico, (30), páginas 361-379.
- FERNÁNDEZ VILLAZALA T., GARCÍA BORREGO J.A., 2015. Derecho Procesal Penal para la Policía Judicial, 2ª edición, Dykinson S.L., Madrid.
- FORMENT E., 2009. Metafísica, colección Albatros, Palabra, Madrid.
- FORSTAT, 2018. La última edición del Workshop (décima) se anunciaba en la web de ENFSI de este modo: <https://enfsi.eu/agenda/enfsi-forstat-workshop-2018>
- FURUI S., 1981. "Cepstral analysis technique for automatic speaker verification", IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 29(2), páginas 254-272.
- GARCÍA ROMERO D., ESPY WILSON C.Y., 2011. "Analysis of i-vector length normalization in speaker recognition systems", Proceedings of the 12th INTERSPEECH Conference, páginas 249-252.
- GARCÍA VALDECASAS M., 2010. "Epistemología contemporánea", en González, A. L. (ed.), Diccionario de Filosofía (páginas 358-365), Pamplona, Eunsa.
- GARCÍA VALDECASAS M., 2017. "Conocimiento y verdad", en Diccionario Interdisciplinar Austral, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. http://dia.austral.edu.ar/Conocimiento_y_verdad
- GASCÓN ABELLAN M., 2010a. Los hechos en el derecho, Marcial Pons, 3ª edición, Madrid, 2010.
- GASCÓN M., LUCENA MOLINA J.J., GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J, 2010b. "Razones científico-jurídicas para valorar la prueba científica: una argumentación multidisciplinar", Diario La Ley, Nº 7481, Sección Doctrina, Año XXXI.
- GERSON L., 2009. Ancient epistemology, Cambridge: Cambridge University Press.

GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J., ORTEGA GARCÍA J., LUCENA MOLINA J.J., 2000. "IdentiVox: A PC-Windows Tool for Text-Independent Speaker Recognition in Forensic Environments", Proceedings of the 2nd European Academy of Forensic Science, Cracovia (Polonia), páginas 246-253.

GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J., DRYGAJLO A., RAMOS CASTRO D., GARCÍA GOMAR M., ORTEGA GARCÍA J., 2006. "Robust estimation, interpretation and assessment of likelihood ratios in forensic speaker recognition", Computer Speech and Language, 20(2-3), páginas 331-355.

GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J., ROSE P., RAMOS CASTRO D., TOLEDANO D.T., ORTEGA GARCÍA J., 2007. "Emulating DNA: rigorous quantification of evidential weight in transparent and testable forensic speaker recognition", IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, 15(7), páginas 2104-2115.

GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J., 2014. "Evaluating Speaker Recognition systems: An overview of the NIST Speaker Recognition Evaluations (1996-2014)", Loquens, 1(1), e007. Disponible en: <http://loquens.revistas.csic.es/index.php/loquens/article/download/9/21>

GONZÁLEZ-MONTES SÁNCHEZ J.L., 2013. "La prueba pericial en la Ley de Enjuiciamiento Civil. balance crítico", Revista de Estudios Jurídicos, nº 13, páginas 1-21.

GUASTINI R., 1996. L'interpretazione revisitata, Distinguiendo, Studi di teoria e metateoría del diritto, Torino (Italia).

HACKING I., 1965. The Logic of Statistical Inference, Cambridge University Press, Cambridge (Reino Unido).

HERMANSTY H., MORGAN N., 1994. "RASTA processing of speech", IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, 2(4), páginas 578-589.

HUME D., 1738. Tratado de la naturaleza humana, Londres.

HUME D., 1751. Investigación sobre el entendimiento humano, Londres.

JEFFREY R.C., 1983. The Logic of Decision, University of Chicago Press, 2ª edición.

JEFFREY R.C., 1988. "Conditioning, kinematics and exchangeability", Causation, Chance and Credence, vol. 1 (ed. Skyrms B. and Harper W.L.), Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, páginas 221-255.

KELLY T., 2016. "Evidence", en The Stanford Encyclopedia of Philosophy (edición Winter 2016), Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/evidence>

KENNEDY R.B., PRESSMAN I.S., CHEN S., PETERSEN P.H., PRESSMAN A.E., 2003. "Statistical analysis of barefoot impressions", Journal of Forensic Sciences, 48, páginas 53-63.

KENNY P., 2005. Joint Factor Analysis of speaker and session variability: Theory and algorithms, Technical Report No. CRIM-06/08-13, Montreal (Canadá).

KINGSTON C.R., KIRK P.L., 1964. "The use of statistics in criminalistics", Journal of criminal law, criminology and police science, 5, páginas 514-521.

LAURITZEN S.L., 1988a. Extremal Families and Systems of Sufficient Statistics, Springer, Berlin.

LAURITZEN S.L., SPIEGELHALTER D.J., 1988b. "Local computations with probabilities on graphical structures and their application to expert systems", Journal of the Royal Statistical Society, Series B 50(2), páginas 157-224.

LINDLEY D.V., 1965. Introduction to Probability and Statistics from a Bayesian Viewpoint, Cambridge University Press, Cambridge (Reino Unido).

LINDLEY D.V., 1991. Probability in The Use of Statistics in forensic science (ed. Aitken CGG and Stoney DA), Ellis Horwood, New York, pp. 27-50.

LINDLEY D.V., 2007. Understanding Uncertainty, Hoboken (New Jersey – USA), John Wiley & Sons.

LUCENA MOLINA J.J., DÍAZ GÓMEZ J.J., 2000. "Evaluación del sistema de reconocimiento automático de locutores IdentiVox2000 con la base de datos Ahumada", Libro de Actas del 1^{er} Congreso de la Sociedad Española de Acústica Forense, Madrid.

LUCENA MOLINA J.J., PARDO IRANZO V., GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J., 2012. "Weakening Forensic Science in Spain: From Expert Evidence to Documentary Evidence", *Journal of Forensic Sciences*, 57(4), páginas 952-963.

LUCENA MOLINA J.J., 2017. Evaluation of scientific evidence: a proposal on ontological and epistemological bases, and some statistical applications, PhD thesis, University of Lausanne, ISBN 2-940098-78-6.

LUCENA MOLINA J.J., FRANCO RODRÍGUEZ J.C., IGLESIAS GARCÍA M.J., POMBAR CRESPO F.J., GARCÍA CORROCHANO C., 2018. La relevancia del título oficial del perito criminalístico nombrado por el Juez en la jurisdicción penal española, ed. Dykinson, ISBN 978-84-9148-796-8.

LUCY D., 2005. *Introduction to Statistics for Forensic Scientists*, Wiley, Chichester (Reino Unido).

LLANO A., 2007. *Gnoseología*, ed. EUNSA, 1^a edición, Pamplona.

McDERMOTT S.D., WILLIS S.M., 1997. "A survey of the evidential value of paint transfer evidence", *Journal of Forensic Sciences*, 42, páginas 1012-1018.

McDERMOTT S.D., WILLIS S.M., McCULLOUGH J.P., 1999. "The evidential value of paint. Part II: A Bayesian approach", *Journal of Forensic Sciences*, 44, páginas 263-269.

MEUWLY D., 2001. *Reconnaissance de Locuteurs en Sciences Forensiques: L'apport d'une Approche Automatique*. PhD. Thesis, IPSC-Universite de Lausanne.

MILLÁN PUELLES A., 1990. *Teoría del objeto puro*, Madrid, Rialp.

MILLÁN PUELLES A., 2002. *Léxico filosófico*, Madrid, Rialp.

MILLÁN PUELLES A., 2017. *La lógica de los conceptos metafísicos*, Obras completas, volumen XI, Madrid, Rialp.

MOSER P., 2002. *The Oxford Handbook of Epistemology*. Oxford: Oxford University Press.

MORENO A., GARCÍA GOMAR M., BAUTISTA R., CASTAÑO J., "Influencia de variables en el reconocimiento automático de locutor", *Actas del 3er Congreso de la Sociedad Española de Acústica Forense*, Santiago de Compostela, páginas 249-259.

MORENO CATENA, V., GIMENO SENDRA V., CORTÉS DOMÍNGEZ V., 1997. "Prueba pericial", en *"Derecho Procesal Penal"*, 2^a edición, Colex, Madrid.

MOROS E.R., UMBERS R.J., 2003. "¿Qué es el conocimiento? La Epistemología en los EEUU hoy", Pamplona (Navarra), *Anuario Filosófico*, XXXVI/3, páginas 633-671.

MORRISON G.S., 2012, "Response to DR AS 5388.3 Forensic Analysis – Part 3 – Interpretation",

<https://geoff->

[morrison.net/documents/Morrison,%20et%20al%20\(2012\)%20Response%20to%20Australian%20Drafft%20Standards%20DR%20AS%205388.3%20Forensic%20analysis%20-%20Part%203-%20Interpretation.pdf](https://geoff-morrison.net/documents/Morrison,%20et%20al%20(2012)%20Response%20to%20Australian%20Drafft%20Standards%20DR%20AS%205388.3%20Forensic%20analysis%20-%20Part%203-%20Interpretation.pdf)

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2009. *The National Academies, "Strengthening Forensic Science in the United States: a path forward"*, National Academies Press, Washington DC (USA).

NEUMANN C., CHAMPOD C., PUCH SOLIS R., EGLI N., ANTHONIOZ D., BROMAGE GRIFFITHS A., 2007. "Computation of likelihood ratios in fingerprint identification for configurations of any number of minutiae", *Journal of Forensic Sciences*, 52(1), páginas 54-64.

ORTEGA GARCÍA J., GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J., MARRERO AGUIAR V., DÍAZ GÓMEZ J.J., GARCÍA JIMÉNEZ R., LUCENA MOLINA J.J., SÁNCHEZ MOLERO J.A., 1998. "Speaker Verification in Forensic

Tasks Using Ahumada Speech Corpus”, Proceedings of the Speaker Recognition and its Commercial and Forensic Applications organized by ISCA, RLAC2C, Avignon (Francia).

PARDO IRANZO V., 2008. La prueba documental en el proceso penal, Tirant lo blanch, Valencia.

PARKER J.B., HOLFORD A., 1968. “Optimum test statistics with particular reference to a forensic problema”, Applied statistics, 17, páginas 237-251.

PEARL J., 1982. “Reverend Bayes on inference engines: A model of self-activated memory for evidential reasoning”, Proceedings of the Cognitive Science Society, Ablex, Greenwich (Reino Unido), páginas 133-136.

PELECANOS J., SRIDHARAN S., 2001. “Feature warping for robust speaker verification”, Proceedings of ‘A speaker odyssey: The speaker recognition workshops’, páginas 213-218.

PIERRINI G., DOYLE S., CHAMPOD C., TARONI F., WAKELIN D., LOCK C., 2007. “Evaluation of preliminary isotopic analysis (¹³C and ¹⁵N) of explosives. A likelihood ratio approach to assess the links between Semtex samples”, Forensic Science International, 167, páginas 43-48.

PLATÓN, 1992. Diálogos, vol. 5, Gredos, Madrid.

PLUMPE M.D., QUATIERI T.F., REYNOLDS D.A., 1999. “Modelling of the glottal flow derivative waveform with application to speaker identification”, IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, 7(5), páginas 569-586.

PRINCE S.J.D., ELDER J.H., 2007. “Probabilistic linear discriminant analysis for inferences about identity”, IEEE 11th International Conference on Computer Vision, páginas 1-8.

RAMOS CASTRO D., 2007. Forensic evaluation of the evidence using automatic speaker recognition systems. Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería Informática, Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid.

RAMOS CASTRO D., GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J., GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ J., LUCENA MOLINA J.J., 2008. “Addressing database mismatch in forensic speaker recognition with Ahumada III: a public real-case database in Spanish”, Proceedings of Interspeech, páginas 1493-1496.

RAMOS CASTRO D., GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J., 2013a. “Reliable Support: Measuring Calibration of Likelihood Ratios”, Forensic Science International, 230, páginas 156-159.

RAMOS CASTRO D., GONZÁLEZ RODRÍGUEZ J., ZADORA G., AITKEN C., 2013b. “Information-theoretical assessment of the performance of likelihood ratio computation methods”, Forensic Science International, 58(6), páginas 1503-1518.

RAMSEY F.P., 1931. Truth and probability. The Foundations of Mathematics and Other Logical Essays, ed. Braithwaite RB.

REYNOLDS D.A., QUATIERI T.F., DUNN R.B., 2000. “Speaker verification using adapted Gaussian mixture models”, Digital Signal Processing, 10(1-3), páginas 19-41.

ROBERTSON B., VIGNAUX G.A., 1993. “Probability – the logic of the law”, Oxford Journal of Legal Studies, 13, páginas 457-478.

ROBERTSON B., VIGNAUX G.A., 1995. Interpreting Evidence – Evaluating Forensic Science in the Courtroom, John Wiley & Sons, Chichester (Reino Unido).

ROBBINS H., 1970. “Statistical methods related to the law of the iterated logarithm”, Annals of Mathematical Statistics, 41, 1397-1409, páginas 1397-1409.

RODRÍGUEZ LUÑO A., 1982. Ética, Barañáin (Pamplona), EUNSA.

RODRÍGUEZ LUÑO A., 2018. “La conciencia del penitente”, Pamplona (Navarra), Scripta Theologica, Vol. 50, nº 1, 2018. <https://doi.org/10.15581/006.50.1.9-21>

RODRÍGUEZ A., 1999. Psicología social, editorial Trilla (Méjico), ISBN 968-24-3891-8.

- ROYALL R., 1997. *Statistical Evidence: A Likelihood Paradigm*, Chapman&Hall, Londres (Reino Unido).
- SAKS M.J., KOEHLER J.J., 2008. "The individualization fallacy in forensic science evidence", *Vanderbilt Law Rev*, 61(1), páginas 199-219.
- SANGUINETI J.J., 2007. *Lógica*, Barañáin (Pamplona), EUNSA.
- SANZ J.A. 2003. "El Informe Pericial en la Investigación Criminal (I) - Aproximación a la investigación en sus aspectos teóricos, jurídicos y operativos", ANP&SSP Comité Ejecutivo Nacional, Madrid, páginas 13-39.
- SANZ SANTACRUZ V., 1991. *Historia de la Filosofía Moderna*, Barañáin (Pamplona), EUNSA.
- SAVAGE L.J., 1954. *The Foundations of Statistics*, John Wiley and Sons, 1ª edición, New York (USA).
- SCHWITZGEBEL E., 2015. "Belief", en *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (edición Summer 2015), Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/sum2015/entries/belief>
- SCHÖLKOPF B., SMOLA A.F., 2002. *Learning with kernels: Support vector machines, regularization, optimization, and beyond*, MIT Press, Cambridge (MA - USA).
- SOLOMONOFF A., CAMPBELL W.M., BOARDMAN I., 2005. "Advances in channel compensation for SVM speaker recognition", *Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP '05)*, 1, páginas 629-632.
- TAPIAS R.B., 2005. *Sistemas forenses de reconocimiento automático de locutor: determinación y análisis de sus valores más críticos*. Proyecto Fin de Carrera, ETSIT (Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación) de la UPM (Universidad Politécnica de Madrid).
- TARONI F., AITKEN C.G.G., GARBOLINO P., 2001. "De Finetti's subjectivism, the assessment of probabilities and the evaluation of evidence: a commentary for forensic scientists", *Science and Justice*, 41(3), páginas 145-150.
- TARONI F., BUCKLETON J.S., 2002. "Likelihood ratio as a relevant and logical approach to assess the value of shoeprint evidence", *Information Bulletin for Shoeprint/Toolmark Examiners*, 8(2), páginas 15-25.
- TARONI F., BIEDERMANN A., GARBOLINO P., AITKEN C., 2006. *Bayesian Network and Probabilistic Inference in Forensic Science*, 1st edition, John Wiley & Sons, *Statistics in Practice*, Chichester (Reino Unido).
- TARONI F., BOZZA S., BIEDERMANN A., GARBOLINO P., AITKEN C., 2010. *Data Analysis in Forensic Science*, J. Wiley & Sons, *Statistics in Practice*, Chichester (Reino Unido).
- TARONI F., BIEDERMANN A., BOZZA S., GARBOLINO P., AITKEN C., 2014. *Bayesian Network for Probabilistic Inference and Decision Analysis in Forensic Science*, 2ª edición, John Wiley & Sons, *Statistics in Practice*, Chichester (Reino Unido).
- TARONI F., GARBOLINO P., BIEDERMANN A., AITKEN C., BOZZA S., 2018. "Reconciliation of subjective probabilities and frequencies in forensic science", *Law, Probability and Risk*, doi:10.1093/lpr/mgy014
- TARSKI A., 1944. "The semantic conception of truth", *Philosophy and Phenomenological Research* 4: 341-375.
- TOMÁS DE AQUINO, 1888-1889. *Opera omnia iussu impensaue Leonis XIII P.M. edita*, t. 4-5: *Pars prima Summae theologiae*, Roma: Typographia Polyglotta S. C. de Propaganda Fide.
- TOMÁS DE AQUINO, 1970-1976. *Opera omnia iussu Leonis XIII P. M. edita*, t. 22: *Quaestiones disputatae de veritate*. Roma: Ad Sanctae Sabinae/Editori di San Tommaso.
- TOMASINI A., 1992. *Una introducción al pensamiento de Bertrand Russell*, Universidad de México.
- VÁZQUEZ ROJAS, C., 2015. *De la prueba científica a la prueba pericial*, ed. Marcial Pons, Ediciones Jurídicas y Sociales, Madrid.

- VELARDE J., 2005. "Incertidumbre y grados de creencia", Teorema, Vol. XXIV/2.
- VERGEER P., BOLCK A., PESCHIER L.J.C., BERGER C.E.H., HENDRIKSE J.N., 2014. "Likelihood ratio methods for forensic comparison of evaporated gasoline residues", Science and Justice, 54(6), páginas 401-411.
- VERNAUX R., 1971. Epistemología general o crítica del conocimiento, 2ª edición, editorial Herder, Barcelona.
- WEIR B.S., 1996. Genetic Data Analysis II, Sinauer Associates Incorporated, Sunderland (MA – USA).
- WILLIAMSON T., 1997. "Knowledge as Evidence", Mind, Oxford University Press, Vol. 106, páginas 717-742.
- WILLIAMSON T., 2011. "Knowledge first epistemology", en The Routledge Companion to Epistemology, editado por Sven Bernecker y Duncan Pritchard, 208-218. New York: Routledge.
- WRIGHT, C., 1992. Truth and objectivity, Cambridge (MA): Harvard University Press.
- ZADORA G., MARTYNA A., RAMOS D., AITKEN C., 2014. Statistical Analysis in Forensic Science – Evidential Value of Multivariate Physicochemical Data, John Wiley & Sons, 1ª edición, Chichester (Reino Unido).
- ZIEBA PALUS J., ZADORA G., MILCZAREK J.M., 2008. "Differentiation and evaluation of evidence value of styrene acrylic urethane topcoat car paints analysed by pyrolysis-gas chromatography", Journal of Chromatography, A 1179, páginas 47-58.

José Juan Lucena Molina, coronel de la Guardia Civil. Miembro de la XLI Promoción de la Academia General Militar. Su primer destino fue la Línea de Pamplona (1986-1988). Miembro del Servicio de Criminalística desde 1988 a 2015, trabajando sucesivamente en los Departamentos de Grafística, Identificación (Sistema Automático de Identificación Dactilar), Acústica e Imagen, Estadística e Investigación y Desarrollo. Doctor en Ciencias Forenses por la Universidad de Lausana en el año 2017. Delegado de la Guardia Civil en el Grupo de Trabajo «Speech and Audio Analysis» de ENFSI (European Network of Forensic Science Institutes) de 2000 a 2008. Coautor de la guía forense «ENFSI Guideline for Evaluative Reporting» publicada en marzo de 2015. En la actualidad dirige el Centro de Perfeccionamiento de la Guardia Civil en Valdemoro (Madrid).

Francisco Javier Pombar Crespo, teniente de la Guardia Civil. Miembro de la LXIII Promoción de Acceso a la Escala de Oficiales. Licenciado en Derecho por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) en el año 2012. Diplomado en Derecho Civil y Procesal por la Escuela de Prácticas Jurídicas UCM en el año 2013. Diplomado en Derecho de Familia por la Escuela de Prácticas Jurídicas UCM en el año 2015. Abogado en ejercicio del Ilustre Colegio de Abogados de Madrid (ICAM) desde el año 2014. Especialista Policía Judicial, en equipos territoriales de Policía Judicial durante los años 1997 al 2000. Diplomado en Aptitud Pedagógica por la Escuela Militar de Ciencias de la Educación (EMCE) año 2011. Profesor en la Escuela de Especialización de la Guardia Civil desde el año 2003 a 2014. En la actualidad es secretario de dirección del Centro de Perfeccionamiento de la Guardia Civil.

UNED

Editorial

Juan del Rosal, 14
28040 MADRID
Tel. Dirección Editorial: 913 987 521