

RECURSOS COMPUTACIONALES DE E-LEARNING Y E-TEACHING DE ESTADÍSTICA

Alberto Varela Escudero

Trabajo Fin de Máster

Máster de Matemáticas Avanzadas

Universidad Nacional de Educación a Distancia

Dirigido por Dra. Teresa Paula Costa Azinheira Oliveira de la Universidad Abierta de Portugal

Febrero 2014



A mi mujer y a mi hijo

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Necesidad del estudio	9
1.2. Dificultades metodológicas y falta de estudios empíricos.....	9
1.3. Cultura estadística.....	10
2. ENSEÑANZA ONLINE DE LA ESTADÍSTICA.....	13
2.1. Constructivismo.....	13
2.2. Enseñanza online.....	14
2.3. Reformas en la educación	18
2.4. Beneficios de la enseñanza online de la estadística	22
2.5. Retos de la enseñanza online de la estadística	24
2.6. Simulación por ordenador (CSM).....	26
2.7. Ejemplos de aplicaciones en conceptos teóricos y prácticos.....	27
2.8. Técnicas y estrategias.....	46
3. RECURSOS E-LEARNING.....	47
3.1. Tipos de recursos	47
3.2. Ejemplos de recursos ya no disponibles	48
3.3. Recursos actuales.....	51
3.4. Futuro y nuevas tendencias	57
4. EXPERIENCIAS EN UNIVERSIDADES	59
4.1. Diferencias Europa Vs. América	59
4.2. UOC	60
4.3. UAb.....	62
4.4. UNED	63
4.5. Otras universidades.....	65
4.6. Cuadro comparativo.....	67
4.7. Experiencias y opiniones recogidas.....	68
5. ESTUDIO DE VALORACIÓN DEL ALUMNADO DE RECURSOS E-LEARNING EN ESTADÍSTICA ...	73
5.1. Planteamiento	73
5.2. Metodología.....	73

5.3. Factores y variables a evaluar	75
5.4. Encuesta	77
5.5. Resultados	78
5.6. Conclusiones.....	85
6. ENFOQUES PARA FÚTUIROS ESTUDIOS.....	89
7. BIBLIOGRAFÍA	91
8. APÉNDICES.....	99
8.1. Ejemplos de manipulación estadística o uso incorrecto de las estadísticas.	99
8.2. Organismos e iniciativas que velan por mejorar la alfabetización estadística.....	99
8.3. Listado de LMS	100
8.4. Recursos de referencia.....	100
8.5. Recursos para R.....	104
8.6. Recursos y enlaces sobre MOOC.....	104
8.7. Comparativa paquetes estadísticos	105

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi directora de Proyecto, Teresa Oliveira, que me ha orientado y resuelto todas las dudas que se me han planteado, y además ha sido una fuente de inspiración esencial. A Beatriz Hernando, Coordinadora del Máster, que siempre me ha solucionado cualquier traba burocrática y también me ha orientado y solucionado muchas dudas. A todos los profesores y coordinadores de los diferentes masters de la UNED, de la UOC y de la UAb que me han ayudado en el proceso de investigación y me han proporcionado su colaboración.

También quisiera agradecer a mi familia, padres, abuela, hermanos, que me han ayudado muchísimo en todo lo que no he podido ocuparme yo en este tiempo. También a mi familia política, que han estado para lo que hemos precisado.

A mis amigos y compañeros de trabajo, que han sabido apoyarme y darme ánimos.

Especialmente y sobretodo quiero agradecer a mi mujer y a mi hijo, gracias por vuestra paciencia y comprensión. Soy testigo de que sin su ayuda y apoyo no hubiese sido capaz de finalizar este proyecto. Además de saber que siempre han estado ahí para lo que he necesitado.

RESUMEN

El mundo está cambiando, en los últimos años hemos experimentado una evolución vertiginosa en el contexto de las nuevas tecnologías y la comunicación. Estamos inmersos en la era de la información. Pero lo que más ha trascendido a nivel social es el alcance masivo a tecnologías que facilitan cada vez más la comunicación y el acceso a multitud de datos. Ahora es más importante tratar esta información que llegar a ella. Además de cambiar nuestras costumbres y hábitos, cambian nuestra forma de relacionarnos con el resto de la sociedad y con los procedimientos y formas de actuar.

Por supuesto, en algunos contextos esto ha sido más drástico que en otros, por las ventajas y beneficios que todo este cambio puede suponer. La educación está siendo un ámbito que se está beneficiando de las nuevas tecnologías de una manera evidente. Aunque, debido a que estos cambios son relativamente recientes y las instituciones educativas llevan muchos años sin avances tan drásticos, estas variaciones de la forma y en el fondo a veces son difíciles de definir e implantar.

Internet aporta una nueva dimensión a la enseñanza de la estadística. Es evidente que en los últimos 15-20 años se ha desarrollado una auténtica revolución en este aspecto y el uso de sistemas de gestión de e-learning está experimentando un crecimiento a nivel global en estos últimos años lo que lleva a una redefinición del sistema tradicional pedagógico y de los roles tradicionales del profesor y del estudiante en el contexto educacional. Este nuevo enfoque, sobre todo en áreas de las matemáticas como la estadística, requiere un replanteamiento de esta metodología. La tecnología multimedia interactiva y el aprendizaje electrónico tienen el potencial de alterar de manera significativa las prácticas en todos los niveles educativos. Es esencial que los profesores e investigadores saquen un máximo provecho de los últimos avances tecnológicos.

El objeto de este estudio es dar una visión general de dónde nos situamos dentro del aprendizaje electrónico en el área de estadística, hacer una revisión de tendencias actuales, mostrar estrategias innovadoras al respecto y dar una serie de pautas y directrices a aplicar. Completamos el proyecto con un estudio sobre la valoración de recursos electrónicos en el área de estadística por estudiantes posgrados de las tres universidades a distancia de la península: UNED, UOC y UAb. Al final del documento también incluimos varios apéndices con diferentes recursos online para el área de estadística.

Palabras claves: recursos educativos de estadística, e-learning de estadística, simulación estadística, recursos pedagógicos online.

ABSTRACT

The world is changing in recent years have seen a rapid evolution in the context of new technologies and communication. We are in the information age. But that has transcended social level is massive scope to technologies that facilitate increasing communication and access to a multitude of data. It is more important to treat this information to get to it. In addition to changing our ways and habits, change the way we interact with the rest of society and with the procedures and ways of acting.

Of course, in some contexts this has been more dramatic than others, the advantages and benefits that can make all this change. Education is still a field that is benefiting from new technologies in an obvious way. However, because these changes are relatively recent and educational institutions have for many years without such drastic advances, these variations of form and substance are sometimes difficult to define and implement.

Internet brings a new dimension to the teaching of statistics. Clearly, in the last 15-20 years has developed a real revolution in this area and the use of management systems e-learning is undergoing a global growth in recent years leading to a redefinition of the traditional system educational and traditional roles of teacher and student in the educational context. This new approach, especially in areas of mathematics and statistics, requires a rethinking of this methodology. The interactive multimedia e-learning technology and have the potential to significantly alter practices in all levels of education. It is essential that teachers and researchers make maximum advantage of the latest technological advances.

The purpose of this study is to give an overview of where we stand within the e-learning in the area of statistics, a review of current trends show about innovative strategies and give a series of standards and guidelines to be applied. We completed the project with a study on the assessment of electronic resources in the area of statistics by postgraduate students of the three universities away from the peninsula: UNED, UOC and UAb. At the end of the document we also include an appendix with different online resources for the area of statistics and a comparison of different statistical packages.

Keywords: statistical educational resources, e-learning of statistics, statistical simulation, online learning resources.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Necesidad del estudio

Hay un cambio importante en la forma de enseñar y aprender estadística en las últimas décadas. Debemos tener muy en cuenta las innovaciones pedagógicas, tecnológicas y sociales desarrolladas en los últimos años. Es evidente que hay una abundancia de recursos en línea que hay que explotar, pero esta cantidad de material sin clasificar puede ser en cierta medida hasta contraproducente ya que puede hacer sentirse perdido a estudiantes y profesores.

Fundamentalmente hay un desconocimiento estadístico o falta de cultura estadística general que afecta a gran parte de la población siendo, como es la estadística, una ciencia que gracias a las nuevas tecnologías se está desarrollando ampliamente y que sirve de apoyo a muchas otras áreas técnicas y sociales.

Es imprescindible que se hagan esfuerzos en reenfocar la enseñanza y el aprendizaje de estadística para desarrollar e incentivar metodologías y técnicas que mejoren los resultados en esta área.

1.2. Dificultades metodológicas y falta de estudios empíricos

En los últimos años se han publicado numerosos estudios teóricos que hacen referencia al uso de nuevas tecnologías en el entorno del aprendizaje de la estadística como simulación, uso de software estadístico, recursos online, etc. Pero no hay muchos estudios empíricos con datos reales en este tema.

La mayoría de estos estudios enfocan, de una manera directa o indirecta, estos métodos dentro de la teoría cognitiva del constructivismo, haciendo participar al estudiante activamente en la construcción de su propio conocimiento.

Hay una ausencia de trabajos e investigaciones empíricas que justifiquen la mejora de métodos y recursos computacionales en enseñanza de estadística. Las razones de esta falta de trabajos pueden ser tanto éticas: seleccionar a unos alumnos con una metodología y a otros con una diferente, teniendo fundadas sospechas que una es mejor que la otra; o costosa tanto en recursos humanos, económicos o temporales. Aun así es importante desarrollar investigaciones de experiencias a largo plazo en el área de la enseñanza estadísticas con nuevas tecnologías para así describir factores e ideas de éxito en esta área.

1.3. Cultura estadística

Mark Twain decía que existen tres tipos de mentiras: mentiras, grandes mentiras y estadísticas. Winston Churchill sólo creía en las estadísticas que él mismo había manipulado. Estas afirmaciones manifiestan un problema evidente en la sociedad: una falta general de cultura estadística.

Los principales problemas derivados de la educación estadística se pueden clasificar en tres ámbitos: la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina estadística, la alfabetización estadística y el desarrollo laboral de la profesión estadística.

Wallman [1] definió la alfabetización estadística (en inglés *statistical literacy*) como la capacidad de comprender y evaluar críticamente los resultados estadísticos que impregnan nuestra vida cotidiana, junto con la capacidad de apreciar las contribuciones que el pensamiento estadístico puede hacer en las decisiones públicas y privadas, profesionales y personales.

Gal en 2002 [2] propone una conceptualización de la alfabetización estadística en dos componentes interrelacionados entre sí: conocimiento (con cinco elementos cognitivos: habilidades de alfabetización, conocimientos estadísticos, conocimientos matemáticos, conocimiento contextual, preguntas críticas) y disposición (con tres conceptos: postura crítica, creencias y actitudes).

Por su parte Watson en 1997 [3] sugiere una forma de medir y evaluar el desarrollo de las habilidades de alfabetización estadística en tres niveles: conocimiento básico de terminología estadística, comprensión del lenguaje en contexto debate social, y actitud de cuestionamiento crítica para contradecir afirmaciones sin base estadística.

Los problemas identificados en la educación con respecto a la alfabetización estadística o cultura general estadística son los siguientes [4], [5]: falta de un mínimo de conocimientos básicos estadísticos y capacidad de aplicarlos a los problemas corrientes, métodos de evaluación de los recursos interpretativos de datos así como de consumidor de datos, insuficiencia en las herramientas evaluativas para medir la aptitud y pensamiento estadístico en contextos sociales y laborales, incapacidad para reconocer casos de manipulación o amplificación mediática con datos estadísticos por parte de agentes públicos sociales.

La alfabetización estadística como capacidad de entender los datos estadísticos, relación entre datos y capacidad para llevar a cabo conclusiones y saber comunicarlas, debe ser un elemento básico en cualquier plan de estudios en curso introductorio a la estadística. La población debe ser capaz de entender conceptos básicos estadísticos así como interpretar y evaluar críticamente comunicados estadísticos y detectar manipulados estadísticos por parte de medios, políticos... Es muy importante hacer ver la importancia estadística a los no estadísticos y establecer una conexión entre estadísticas y mundo exterior. La educación a consumidores y comunicadores de datos al público es fundamental. H. G. Wells [6] ya tenía claro en su obra que la cultura estadística, el entendimiento estadístico, sería algún día tan importante como saber leer o escribir.

Hoy en día la estadística es imprescindible en muchas ramas de las ciencias, tanto exactas, naturales, sociales o técnicas. Numerosas conclusiones y estudios se basan en metodologías estadísticas. En la mayoría de estos estudios se cursan asignaturas vinculadas con el área de estadística. Un problema habitual es la escasez generalizada de alfabetización estadística entre los alumnos, sobre todo de aquellos estudios no relacionados directamente con las ciencias estadísticas o matemáticas. Muchas escuelas y universidades empiezan a implantar cursos de introducción a la cultura estadística con la intención de proporcionar una cultura general estadística a sus estudiantes. Además, en los últimos años, se están desarrollando una creciente actividad en cursos online y recursos de educación en la web, muchos de ellos gratuitos, y suponemos que debido a la gran demanda existente esta oferta cada vez será mayor. Debido a la enorme oferta de recursos y la dispersión caótica intrínseca a Internet es fácil perderse y no localizar de una manera tan directa el recurso más apropiado. Existe, por lo tanto, una necesidad actual de clasificar, o al menos, construir una herramienta que facilite el acceso y la localización a todos estos recursos.

Otro problema ocasionado por la falta de alfabetización estadística es la percepción por parte del estudiante de otras áreas educativas (que no son estudios puros de estadística o matemáticas) al enfrentarse a esta materia. Es posible que el no disponer de una habilidades mínimas se refleje en una falta de interés en esta área causándole una desmotivación que seguramente le afecte a una actitud negativa de por vida, repercutiendo en que un pilar fundamental de sus recursos técnicos, de investigación o metodológicos se queden cojos. Es decir, renunciarán a una herramienta que les podría aportar un valor añadido importante en su carrera. Aun así por los estudios publicados en los últimos años, la estadística es una disciplina con una necesidad de mejora significativa en la forma en la que se educa a los estudiantes [7]. Y aun así, a pesar de las investigaciones para entender los desafíos e identificar los cambios necesarios, sigue existiendo una brecha importante entre los resultados de las investigaciones y la práctica en la enseñanza.

Una escasez de cultura estadística en la población también puede repercutir en problemas sociales importante cómo malas decisiones, tanto políticas como médicas, por ejemplo. El coste derivado a la sociedad de una mala decisión a nivel global por un estadista puede ser enorme. Algunos ejemplos de mal uso de las estadísticas pueden ser [8]: preguntas en test no objetivas, generalización excesiva, malinterpretar errores de estimación o no publicarlo en resultados, descartes de datos desfavorables para interés propio, manipulación directa de datos y resultados, causalidad manipulada, sesgos de muestras, agrupamiento de datos forzados, abuso de la minería de datos, hipótesis nulas en test malinterpretada, etc.

Es importante también que la presentación de informes y resultados sea correcta y sencilla de entender y no predispuesta a manipular. Para ello es necesario una serie de profesionales bien formados en esta ciencia que sepan transmitir y difundir datos estadísticos de una manera correcta.

Las ventajas de la alfabetización estadística son patentes: evitar manipulación de medios y políticos con fines políticos y comerciales, evaluar riesgo e incertidumbre a la hora de tomar decisiones en ámbitos científicos, salud, económico, etc., o darse cuenta del uso inadecuado de las estadísticas son ejemplos muy claros. En el apéndice hacemos referencia a enlaces web

que ponen en manifiesto algunos usos incorrectos en diferentes ámbitos: [Apéndice 8.1. Ejemplos de manipulación estadística o uso incorrecto de las estadísticas].

Es necesario, pues, el reconocimiento de la alfabetización estadística mediante la puesta en práctica de reformas en la educación estadística, tanto en niveles superiores como más básicos de la enseñanza. Numerosos países como Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos o Canadá llevan años con iniciativas para mejorar la alfabetización estadística, tanto realizando cambios en sus planes de estudios y currículos como proporcionando recursos tanto a sus ciudadanos como a los profesionales estadísticos, del sector mediático o del sector público. Algunas de estas iniciativas se recogen en el siguiente [Apéndice 8.2. Organismos e iniciativas que velan por mejorar la alfabetización estadística].

2. ENSEÑANZA ONLINE DE LA ESTADÍSTICA

2.1. Constructivismo

En prácticamente cualquier disciplina, la capacidad de comprender, analizar e interpretar resultados de investigación se está convirtiendo en una habilidad esencial básica.

En los últimos años hay una corriente de enseñanza generalizada que está transformando el panorama educativo en general. Hay numerosos estudios que relevan que una forma de aprender con muy buenos resultados se fundamenta en la teoría del conocimiento constructivista que se basa en que el alumno construya su propio conocimiento y le dé sentido propio [9]. La idea es que se construyen internamente nuevos conocimientos mediante la organización, transformación y vuelta a reorganización de estos conocimientos previos así como mediante factores sociales y ambientales externos influenciados por el lenguaje o la cultura y la interacción con otros. Durante el proceso de aprendizaje las relaciones con otros individuos y la discusión son componentes críticos. El constructivismo es una corriente pedagógica basada en esta teoría del conocimiento constructivista.

El cognitivismo es la base del constructivismo. Las reformas que se plantean en la actualidad se basan en el constructivismo cognitivo: aprendizaje como construcción del conocimiento activo, interactúa con conocimientos previos, creencias e intuiciones. El constructivismo tiene cuatro principios básicos [10]: los alumnos construyen su propio significado, el nuevo aprendizaje se base en conocimiento previo, el aprendizaje es reforzado por interacción social, desarrollado a través de 'auténticas' tareas'.

A través de la teoría cognitiva Lovett y Greenhouse [11] desarrollaron cinco principios básicos para la educación estadística:

1. Los estudiantes aprenden mejor lo practicado y realizado por su cuenta.
2. El conocimiento tiende a ser específico al contexto en que se aprende.
3. El aprendizaje es más eficaz con retroalimentación de los errores en tiempo real.
4. El aprendizaje implica integración de los nuevos conocimiento con los ya existentes
5. El aprendizaje es menos eficiente según se aumenta la carga mental.

Garfield [5] propone diez principios generales para el aprendizaje de la estadística en el marco de la teoría del constructivismo con base a que los alumnos creen su propia comprensión del material, un entorno activo en el aula y mayor atención a actitudes y creencias. Un ambiente de aprendizaje activo es fundamental en este enfoque constructivista. Formas de aprendizaje activo son el aprendizaje colaborativo y cooperativo, aprendizaje basado en problemas y su resolución, estudios de casos prácticos, proyectos durante el curso, aprendizaje basado en proyectos, simulaciones, o uso de la tecnología.

El sistema de aprendizaje cooperativo es dirigido por el docente y está centrado en este. Se basa en que se interactúa con otras personas con un objetivo específico o desarrollo de un producto final. El aprendizaje colaborativo no está tan dirigido por el docente, está centrado

en los alumnos. Para resolver un problema los participantes trabajan juntos y a menudo el profesor no tiene idea preestablecida del problema ni sabe la solución que está siendo investigada. Se han demostrado resultados positivos mediante estos métodos como: mejoras en el rendimiento, en la actitud, mayor motivación, desarrollo social y personal o desarrollo de la interculturalidad e integración social. El aprendizaje cooperativo además mejora la comprensión conceptual, el pensamiento crítico y habilidades de orden superior [12].

El aprendizaje basado en la investigación o inductivo (en inglés Enquiry-Based Learning, EBL) es otra forma de aprendizaje activo [13]. Centrado también en el estudiante, se fundamenta en un proceso estructurado de consulta dentro de un ambiente de refuerzo para promover la colaboración y el compromiso activo con los problemas y casos a investigar [14]. Al ser un método muy flexible posibilita el desarrollo de áreas como la iniciativa, el juicio crítico, amplitud de miras, creatividad e independencia de ideas. El aprendizaje inductivo engloba diversas formas de aprendizaje como el basado en problemas (Problem-Based Learning, PBL) que se basa en el aprendizaje a través de la resolución de problemas [15]. Es un método muy frecuente en el ámbito de los estudios sanitarios. El problema se plantea al inicio de la sesión de trabajo buscando soluciones al mismo lo que hace de hilo conductor al desarrollo educativo. En ámbitos como la estadística se manifiesta un compromiso con el tema y una mayor motivación por parte de los estudiantes, siendo un recurso valorado positivamente por estos.

2.2. Enseñanza online

Las tecnologías de la información y la comunicación, más comúnmente llamadas TIC, están cambiando la sociedad. Hay necesidades que se están cubriendo con éxito. En el panorama de la educación facilitan la conciliación con la vida profesional, laboral y educativa, y además aumenta de manera significativa la oportunidad de acceso a una formación en situaciones donde se pueda producir una limitación espacial o temporal. También ayuda a facilitar casos de accesibilidad por discapacidades físicas, intelectuales, psíquicas o sensoriales.

El modelo de aprendizaje electrónico se ha extendido por prácticamente todo el contexto educativo, proporcionando un alto nivel de calidad formativa, a la vez de ser enormemente flexible.

Cuando hablamos de aprendizaje electrónico o e-learning nos referimos a la utilización de medios electrónicos y las tecnologías de la información y la comunicación en la educación; podríamos decir que es la intersección entre educación y nuevas tecnologías. El aprendizaje electrónico incluye todas las formas de aprendizaje que estén vinculadas con aspectos tecnológicos en la educación como son los basados en computadoras, en recursos electrónicos, Internet, educación online, educación virtual o en entornos virtuales de aprendizaje bajo alguna plataformas de aprendizaje, más comúnmente conocidas como LMS (*Learning management System*). Los recursos disponibles en el aprendizaje electrónico incluyen texto, imágenes, video, audio, hipertexto, software o cualquier otro disponible a

través de los canales electrónicos. Se puede desarrollar tanto de manera presencial como a distancia o en situaciones mixtas semipresenciales (*Blended Learning* o *B-Learning*).

Se podrían establecer las siguientes categorías dentro del aprendizaje electrónico [16]:

- Base de datos de contenidos. Es la forma más básica de e-learning, la menos interactiva, donde las tareas son indicadas paso a paso [Figura 2.1].

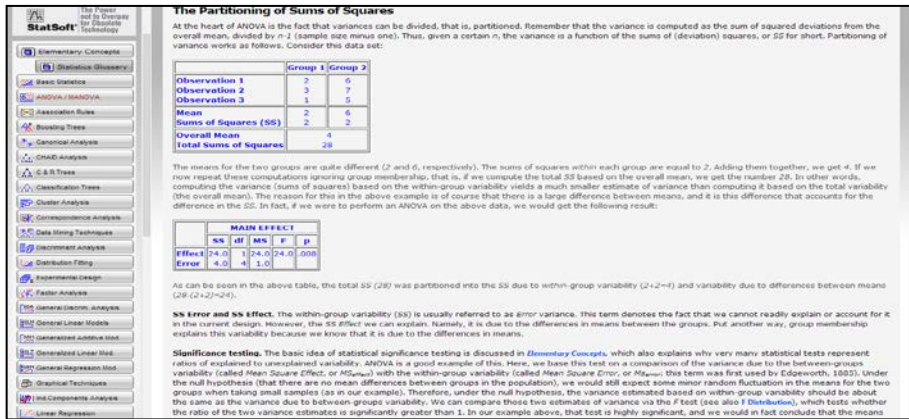


Figura 2.1. StatSoft: Electronic Statistics Textbook

- Soporte en línea. Es más interactiva que la base de datos de contenidos. Se basa fundamentalmente en chats, email, boletines, mensajería instantánea o foros [Figura 2.2].

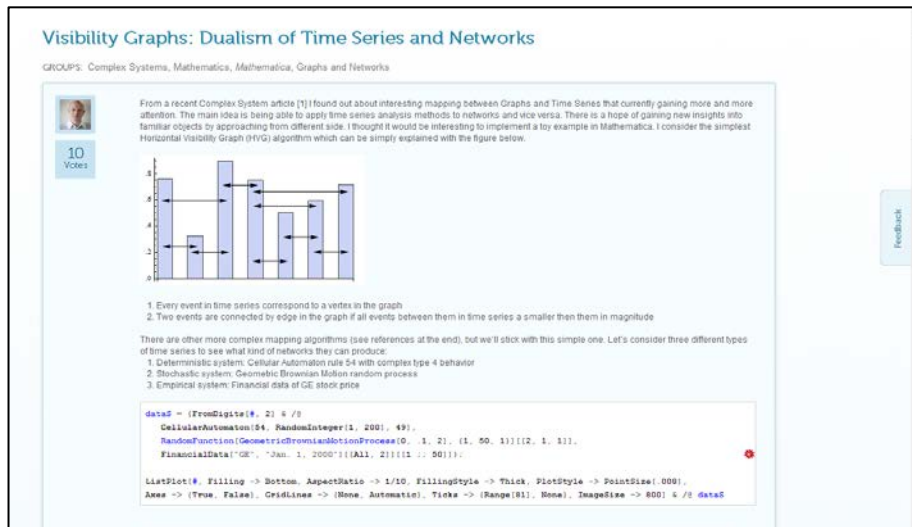


Figura 2.2. Foro matemático de Wolfram|Alpha

- Aprendizaje asincrónico: Comúnmente la más popular y tradicional. El alumno define su propio ritmo y plazos de entrega de contenido, normalmente con acceso a Internet o dispositivos de almacenamiento físicos como CD, DVD o memorias externas, y que utiliza la tecnología en red para diseñar, seleccionar, administrar y ampliar su propio aprendizaje [Figura 2.3].

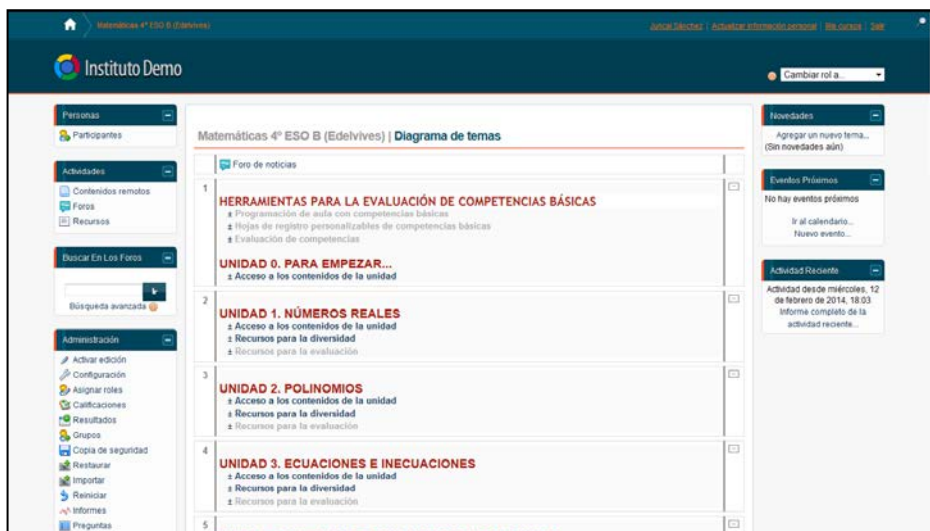


Figura 2.3. Curso Moodle de 4º ESO Matemáticas B

- Aprendizaje síncrono. En tiempo real. A través de videoconferencias, chats online y con un instructor en línea facilitando la tarea del estudiante y marcando el ritmo de trabajo a tiempo real [Figura 2.4].



Figura 2.4. Clase online de estadística con videoconferencia y Geogebra

Una herramienta común en la enseñanza online dentro del aprendizaje electrónico son los entornos o sistemas de gestión del aprendizaje (en inglés LMS, *Learning Management System*) o más comúnmente conocidos en el ambiente universitario como campus virtuales. Estos entornos son herramientas de software o aplicaciones en red, normalmente implantados en instituciones educativas que gestionan un gran número de curso y estudios. Se utilizan para administrar las tareas administrativas y educativas en entornos educativos como pueden ser la gestión de alumnos, profesores y personal administrativo, gestión de estudios y cursos, gestión de recursos de los cursos, control de acceso a los diferentes recursos, seguimientos en procesos de aprendizaje, realizar evaluaciones, monitorizar el seguimiento de los alumnos, generar informes, gestionar foros, realizar videoconferencias, etc. La mayoría de los LMS están basados en entorno Web, lo que facilita el acceso y el uso entre los usuarios. Según el tipo de licencias que dispongan existen LMS comerciales, de libre distribución o de elaboración propia.

Algunos ejemplos de estos entornos son: Blackboard/WebCT (comercial), Moodle (GPL), Sakai (ECL), .LRN , etc. En el apéndice se hace una revisión de los más populares: [Apéndice 8.3. Listado de LMS].

Estos entornos permiten al alumno trabajar de forma individual o colaborativa, almacenar contenidos y recursos para la enseñanza, acceder a material en formato electrónico, utilizar software específico para el área que le interesa, trabajar en grupo o mediante redes sociales, acceder a videoconferencias tanto en tiempo real como realizadas, establecer comunicación entre estudiantes, profesores o entre ambos mediante chats, mail o foros, asignar tareas o proyectos, uso de calendarios electrónicos, acceso a planes de estudios, acceso y realización de wikis, etc.

El aumento de estos entornos en los últimos años ha sido muy significativo a nivel universitario, tanto en centros presenciales como a distancia. Ahora mismo prácticamente en casi todas las universidades existe un campus virtual.

Algunas universidades con acceso a estos entornos son: UAB con Moodle, UNED con WebCT y aLF (adaptación propia basada en .LRN), UOC con entorno propio.

Dentro de este panorama y teniendo en cuenta que las universidades actualmente deben afrontar una demanda cada vez más diferenciada de la educación, la oferta de servicios online es un aspecto esencial, o por lo menos un elemento a tener muy en cuenta por el estudiante, futuro cliente. Además, esta demanda de servicios educativos online, en el fondo puede verse como un producto educativo más ofrecido, con lo que al final lleva a una nueva forma de financiación disponible tanto pública como privada. Por lo tanto hay que repensar los roles tradicionales, desarrollar nuevas estructuras organizativas y reposicionarse mediante nuevas estrategias. Aunque en el mercado de la educación superior el elemento diferenciador que ha llevado a un incremento de la competitividad es el conocimiento, el factor más importante de crecimiento económico y social, también es importante que las universidades evalúen la percepción de la calidad del servicio tanto a nivel académico como de servicio no académico. Saber qué es lo que los estudiantes esperan puede ser un primer paso. Es un reto identificar y aplicar que herramientas de medición son las más adecuadas para obtener una comprensión adecuada de los problemas de calidad que reflejan los estudiantes. Se ha observado en los últimos años que no solamente es importante evaluar aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje sino que elementos de servicios periféricos como administrativos o auxiliares son también factores claves [17].

Un aspecto importante a evaluar es el servicio online o campus virtuales de la universidad [18]. El estudio debe basarse fundamentalmente en las siguientes dimensiones: técnico, contenido y actitud tanto del profesor como del alumno. Dentro de ese contexto algunos aspectos a tener en cuenta pueden ser: proceso de aprendizaje en general, procesos administrativos, recursos y materiales de aprendizaje, interfaz del entorno, facilidad de relación con la comunidad educativa. Sería interesante medir en cada universidad estos puntos generales así como desglosarlos en aspectos más específicos, teniendo en cuenta la idiosincrasia de cada una. Un enfoque muy interesante es mediante algún test de medición de calidad de servicio percibida (PSQ). Hay que tener en cuenta que el aumento de complejidad e implementaciones de entornos virtuales de enseñanza hace que demanda sea cada vez más exigente. Es importante, por lo tanto, medir la capacidad de escalabilidad de la infraestructura tecnológica así como su estabilidad. También es fundamental analizar bien las necesidades de aprendizaje del alumnado.

2.3. Reformas en la educación

Con la declaración de Bolonia y el desarrollo del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) el paradigma educativo tradicional, centrado en el profesor como mero transmisor del conocimiento, se ve desplazado a uno nuevo emergente, más focalizado en el estudiante, con un instructor como gestor del proceso de aprendizaje, diseñador del curso y de las pautas a seguir. Se cambia la metodología pedagógica enfocándose en el método constructivista con el objetivo de aumentar las competencias.

El desarrollo del EEES lleva a una convergencia en un sistema universitario europeo integrado. La meta de estas reformas es fundamentalmente la equiparación de estudios entre países europeos para fomentar movilidad y aprendizaje mutuo. Se promueve la movilidad virtual e intercambio de conocimientos. Hay que afrontar importantes retos como adaptar antiguas estructuras educativas con el fin de homogeneizar estudios y titulaciones.

Un cambio importante necesario, aunque no suficiente, es la modificación en los currículos formativos con la inclusión de las TIC como elemento muy destacado [19].

Es evidente que en los últimos años están cambiando las maneras de aprendizaje mediante nuevas tecnologías: gestión de aprendizaje individual y colaborativo, recursos basados en Internet, repositorios en línea y bases de datos, software específico para algunas áreas de conocimiento, trabajo en grupo, software de redes sociales... [20] Estas tecnologías han impulsado el crecimiento de la educación a distancia y las oportunidades de enseñanza (a estudiantes con tiempo limitado o con restricciones geográficas, discapacitados). Incluso la propia enseñanza presencial es testigo de las transformaciones que afectan a la naturaleza de los cursos y los programas académicos.

Los modelos de educación electrónica que se están implementando ampliamente por todo el mundo ayudan a relegar el sistema clásico de educación a un modelo nuevo donde el alumno es el protagonista en el proceso de aprendizaje, elemento activo de su propia formación [21]. El profesorado pasa a dar clases magistrales a ser una figura docente facilitadora del proceso de aprendizaje, responsable del planteamiento, orientación y supervisión del curso. Las TIC están facilitando la interacción entre alumnos, profesores y entre ellos mismos, ayudando a cumplir los objetivos establecidos en las actuales reformas educativas, declaración de Bolonia y desarrollo de EEES, cuyos objetivos fundamentalmente son aumentar la competitividad internacional y empleabilidad de los ciudadanos europeos [22].

Es importante que las instituciones educativas fomenten los diferentes recursos propios de la educación online: correo electrónico, videoconferencias, audio, video, presentaciones dinámicas, animaciones, laboratorios virtuales, simulaciones, foros de discusión, interacciones, colaboración con y entre estudiantes, etc.; y que se elaboren estrategias basados en estos recursos: aprendizaje cooperativo, colaborativo, inductivo, etc. Y aunque se detectan numerosos casos donde el uso de estas tecnologías no está siendo el esperado, incluso estando disponible de primera mano, el instructor debe tener las capacidades suficientes para poder motivar e incentivar a su uso dentro del alumnado. El feedback o retroalimentación constante es un factor decisivo que debe mantenerse constante en este proceso.

Mantener al profesorado en un proceso constante de actualización pedagógica es también fundamental para que el propio docente no se sienta desmotivado o desactualizado.

Como reto pendiente dentro de esta reforma educativa, y más concretamente en la educación a distancia, quedan los procesos evaluativos. A veces es difícil determinar qué evaluar y más concretamente garantizar la autoría de estas evaluación, más aún cuando se hace online.

Enseñanza estadística

Si nos enfocamos en la enseñanza estadística, también es necesaria una reforma en la forma tradicional de enseñanza. El objetivo de la reforma educativa estadística es cambiar actitudes hacia la estadística para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de esta área. Este objetivo se basa en tres pilares fundamentales: mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje, fomentar el uso de tecnologías, y reformar la evaluación de los métodos de enseñanza.

Las principales líneas de actuación en la reforma pedagógica de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias estadísticas deben ir en el desarrollo de la comprensión conceptual, incidir en la enseñanza de la reflexión y razonamiento estadístico, cambios en el contenido de los cursos (sobre todo los introductorios), mejoras de las técnicas de docencia e integración de la tecnología en enseñanza estadística [23].

Aprovechando estas reformas es el momento para cambiar la forma de enseñar estadística, incluso a niveles preuniversitarios.

La enseñanza de la estadística en entornos online dentro del nuevo contexto europeo requiere una implicación de todos los agentes responsables: estudiantes, profesores e instituciones. Hay que superar retos metodológicos ya que los sistemas tradicionales presenciales no son válidos en estos nuevos contextos de aprendizaje electrónico. Estos nuevos modelos se tienen que fundamentar en nuevos enfoques metodológicos que se apoyen en las nuevas tecnologías. Las bases de esta nueva concepción de educación de la enseñanza estadística online se base en los siguientes aspectos, fundamentados en la Declaración de Bolonia [24]:

- Enfoque profesional de los estudios, insistiendo en los aspectos prácticos más que en los teóricos.
- Supeditar los cursos a la titulación para así canalizar competencias en pos del contexto de los estudios base.
- Análisis previo de habilidades estadísticas y numéricas del alumnado para así individualizar sus esfuerzos.
- Uso de tecnología y recursos computacionales estadísticos. Fomentar la simulación por computadora y desarrollo de material interactivo.
- Fomentar el aprendizaje colaborativo. Promover la interactividad con compañeros y profesores mediante foros, chat, etc.
- Uso de evaluación continua.

Es habitual que la asignatura de estadística sea una herramienta transversal de otras disciplinas como ingenierías, ciencias sociales o ciencias experimentales. Dentro del nuevo panorama de reforma, y siguiendo las directrices de convergencia al EEES, las innovaciones deben estar caracterizadas por una creciente incorporación de las TIC en procesos formativos y en reforzar un enfoque aplicado en esta área, con los que los nuevos currículos deben tener presente esta integración las nuevas tecnologías. Asimismo el desarrollo y uso de nuevos recursos tecnológicos produce gran impacto, refuerza conceptos y libera tareas de cálculo repetitivo, obteniendo los estudiantes un conocimiento más profundo de la materia. Hay algunos aspectos a considerar como el tipo, rango y cantidad de tecnología usada, rango y nivel de los cursos y programas ofrecidos, aspectos metodológicos, y el apoyo institucional ofrecido a profesores y estudiantes. Por eso es muy importante definir bien las formas adecuadas para el uso de TIC en el aula estadística.

Dos retos importantes por parte del alumnado de cursos de estadística han sido la falta de motivación al desvincular la asignatura de estadística con el enfoque de los estudios y la falta de bagaje o habilidades estadísticas y numéricas al afrontar un curso de estadística. Estos problemas se acentúan si nos posicionamos en una educación a distancia. En muchas ocasiones los cursos estadísticos dentro de estos estudios suelen excesivamente teóricos. Una manera de abordar el problema de desmotivación es que a los cursos de estadística se les dé un enfoque profesional centrándose en los aspectos laborales de los estudios, intentando que estos estudios sean más prácticos. Con respecto a la falta previa de habilidades estadísticas por parte del alumnado es necesario que las instituciones ofrezcan cursos preparatorios que ayuden a enfocar cursos de matemáticas y estadística solventando carencias en estas áreas y reforzando conceptos básicos [26].

Resumiendo algunas referencias y bibliografías sobre la materia recopilamos algunas de las estrategias y técnicas más interesantes y que mejores resultados han conseguido [4].

Estrategias para la mejora de la enseñanza estadística:

- Cambiar el enfoque de los planes de estudios de cálculos mecánicos a tareas prácticas, desarrollando más ejemplos reales, orientados a la comprensión de concepto.
- Dar un enfoque profesional de los estudios, insistiendo en los aspectos prácticos más que en los teóricos.
- Desarrollar habilidades para resolver problemas mediante aprendizaje basado en problemas.
- Desarrollar estrategias para motivar a los estudiantes con ejemplo reales actuales.
- Desarrollo de la cultura estadística (alfabetización estadística) y habilidades de pensamiento crítico como contraejemplos o ejemplos de analfabetismo estadístico en medios y en argumentos cotidianos.
- Nuevas técnicas de evaluación para evaluar habilidades, comunicación y juicios estadísticos de los estudiantes, así como pensamiento crítico y alfabetización estadística (uso de laboratorio, proyectos individuales o en grupo, diarios estadísticos, mapas conceptuales, informes de medios)
- Enseñar las estadísticas en el contexto de los estudios implantados con datos reales mediante enseñanza en equipo.

Algunas técnicas sugeridas:

- Aprendizaje colaborativo y cooperativo mediante el uso de computadores.
- Aprendizaje activo, actividades para construir conocimiento (recolección de datos, reflexión explotación de conceptos estadísticos, resolver problemas por su cuenta; grupo de aprendizaje cooperativo; mapas conceptuales; sistemas de respuesta personal).
- Evaluación y debate de conceptos erróneos mediante tareas con feedback por parte del docente.
- Fomentar la práctica en generación, recolección y visualización de datos, reforzar la formación en el modelo, en el diseño, en el análisis y en la interpretación de resultados.
- Desarrollar habilidad de comunicar estadísticas mediante la transmisión y presentación de conceptos complejos a un formato comprensible para el público en general de noticias en medios o simulación de experiencias reales.
- Uso de la tecnología y recursos web disponibles como software estadístico, programas de simulación, videoconferencias y audios en línea a través de podcasting, etc.

Profesión estadístico

El fin de estas reformas es disponer de profesionales con habilidades estadísticas necesarias para desenvolverse en su entorno [26]. Así mismo, también es necesario que la profesión de estadístico se incentive. A nivel laboral la profesión de estadístico actualmente tiene los siguientes riesgos:

- Disminución de la estadística como asignatura, con lo que se generan menos profesionales y estudiantes.
- Así mismo, también se detecta una disminución importante en doctorados atraídos por esta disciplina. No existe oferta para una posible demanda en países desarrollados. Se empieza a recurrir a profesionales de países emergentes.
- La jubilación de los profesionales actuales de alto nivel disminuye el mercado de expertos.
- Hay una escasez de profesores estadísticos y de dificultad de contratación de nuevos para cubrir vacantes y para retener el talento.
- Existe por lo tanto una fuga de cerebros a otras regiones que ofrecen mejores condiciones laborales.

Esto lleva a una escasez pronunciada de estadísticos en ciencias exactas, técnicas, sociales y aplicadas en regiones desarrolladas de Europa, América del Norte y Oceanía, siendo especialmente preocupante en países anglosajones [27]. Tradicionalmente también hay una escasez de mujeres dentro de la profesión, afortunadamente esto último va cambiando paulatinamente.

En resumen, por el valor añadido que ofrecen las aplicaciones estadísticas en prácticamente todos los ámbitos científico-técnicos, existe un alarmante crecimiento de la demanda de

enseñanza estadística que la oferta actual no consigue cubrir y que puede incluso llegar a poner en peligro el número de docentes necesarios para cubrir esta demanda. Es necesario que las reformas que se hagan en este contexto tengan en cuenta estas necesidades y actuar en consecuencia.

2.4. Beneficios de la enseñanza online de la estadística

Beneficios generales enseñanza online

Cómo hemos visto en puntos anteriores, herramientas y aplicaciones como entornos virtuales de enseñanza o campus virtuales se pueden aplicar en modelos presenciales, a distancia o mixtos.

En la mayoría de las universidades de todo el mundo se está integrando sistemas de gestión del aprendizaje online (LMS) como Moodle, Blackboard/WebCT o Sakai. Son herramientas basadas en web que desarrollan estrategias alternativas y complementarias a los modelos presenciales tradicionales. Una ventaja añadida de estas plataformas es satisfacer la demanda educativa creciente debido al incremento de matrículas de una manera útil y eficaz [28].

Estos entornos también permiten al estudiante acceder cómodamente al material del curso, a diferentes recursos educativos, consulta de exámenes anteriores, a actividades individuales o trabajos en grupo, resolución de dudas, corrección de ejercicios, etc.

Algunas de las principales ventajas de la enseñanza online para los estudiantes pueden ser [29]:

- La flexibilidad en horarios y calendarios, que permite conciliar vida laboral, familiar, formación... ya que ellos mismos se pueden gestionar su evolución y su tiempo.
- Existen menos restricciones geográficas y de tiempo que permite una comunicación más eficaz con otros estudiantes o profesores, además de poder participar en actividades de grupo o colaborativas.
- Mejora de acceso a estudiantes con discapacidades físicas.
- Se promueve los procesos de evaluación continua y permite hacer un seguimiento de su progreso académico. Los estudiantes son capaces de trabajar de forma autónoma utilizando múltiples recursos disponibles en la plataforma. Es el propio alumno se personalizar y auto gestiona los contenidos y actividades, y es el propio sistema el que se adapta a cada alumno.
- Amplitud de materiales multimedia, combinaciones de texto, voz, video y animación que facilitan la adquisición de conocimientos, tanto teóricos como prácticos. Lo que ayuda a reducir la distancia entre teoría y práctica.
- Se fomenta el aprendizaje colaborativo y el trabajo en grupo.
- Se desarrollan habilidades tecnológicas por la interacción con software matemático y estadístico, comunicación electrónica con profesores y otros estudiantes o participación en plataformas de entorno virtual.

Los beneficios de los programas de educación a distancia basados en la web para profesores o instituciones pueden ser [24], [30], [31], [32]:

- Formar equipos en red de profesores para programa o proyectos de investigación.
- Ofrecer educación en diferentes idiomas.
- Revisar y mejorar currículum formativo, desarrollo de documentación multimedia e interactiva.
- En el EEES se puede compartir materiales, metodologías y experiencias para compatibilizar currículo o evaluar competencias y capacidades teóricas, prácticas y transversales.
- Ofrecer titulaciones conjuntas con otras universidades.
- Poder interactuar con especialistas a nivel mundial.

Estadística online

Según el informe IRM [94] los cambios tecnológicos han revolucionado los temas de probabilidad y estadística. Han dado lugar a un enorme cambio en la escala y dimensión de datos empíricos disponibles y tratables. El poder computacional actual nos permite enfrentarnos a tareas mecánicas que antes eran tediosas y que ocupaban un enorme tiempo en vano.

Los avances en las TIC han producido importantes cambios en las formas y maneras de aprender y enseñar estadística. Los objetivos del curso se refieren ahora a la alfabetización estadística, habilidad de los estudiantes en razonar estadísticamente en problemas de la vida real y en el desarrollo de habilidades de aprendizaje activo, en vez de realizar tareas meramente algorítmicas y computacionales. Como ya se ha comentado anteriormente es evidente la importancia del constructivismo en la integración de la tecnología en el aprendizaje.

Específicamente para las áreas de estadística se anima a probar nuevas estrategias como el apoyo en enseñanzas en línea, aprendizaje colaborativo interdisciplinario o integración de software estadístico en los cursos. En los departamentos universitarios de todo el mundo se ha comenzado a elaborar nuevos planes de estudios promocionando la comprensión conceptual frente al procedimiento tradicional de aprendizaje simple. La meta es desarrollar las habilidades del estudiante para resolver problemas reales importantes en diferentes sectores que lleven a aumentar la eficiencia. Las nuevas tecnologías ofrecen una oportunidad para enriquecer este aprendizaje con recursos variados como animaciones, integración de software o cálculos sobre la marcha. Es, por tanto, evidente la viabilidad en la enseñanza electrónica online de áreas como la estadística. Algunas ventajas específicas del uso de software estadístico y entornos online en el área de asignaturas estadísticas [95]:

- Mejor visualización de conceptos matemáticos y estadísticos mediante representación de gráficos, superficies, etc. La simulación puede ayudar a asimilar y comprender conceptos abstractos.

- Aproximación constructivista al conocimiento matemático y estadístico mediante análisis paramétricos o de sensibilidad.
- Aumenta el espíritu crítico por la comparación de diferentes métodos de resolución o realizar análisis más detallados de los resultados.
- Reducción del trabajo mecánico.
- Acerca teoría a la práctica.

2.5. Retos de la enseñanza online de la estadística

La enseñanza tradicional de la estadística centrada en desarrollo del conocimiento y habilidades metodológicas y cálculos es un enfoque no válido que no lleva a pensar estadísticamente, y hace que se genere una falta de interés por parte del alumnado, lo que nos lleva a una necesidad de cambio en la pedagogía, contenido y formato de la enseñanza estadística como ya hemos visto. Las principales dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de estadísticas como disciplina son [29]:

- Centrarse en aspectos puramente matemáticos y mecánicos dando lugar a estudiantes sin facultades para aplicar problemas en un contexto reales.
- Cuando la asignatura de estadística es un área transversal en los estudios cursados, suele aparecer una matemático-fobia o ansiedad a las estadísticas que provoca unas actitudes negativa y falta de interés a esta asignatura.
- Los conceptos de estadística y probabilidad suelen ser difíciles de entender para estudiantes de otras disciplinas.
- Suele haber unas deficiencias en conocimientos y hay unas carencias de habilidades matemáticas previas y de razonamiento abstracto.
- Suelen implantarse cursos de estadísticas en los planes de estudio sin hacer referencia al área principal de la carrera.
- Los sistemas de evaluación tradicionales no tienen en cuenta el razonamiento estadístico, es necesario reformular el control de conocimiento y habilidades.
- Existe una falta de programas y cursos de posgrado para capacitar a educadores estadísticos.

Hay que solventar las diferentes barreras que aparecen en el modelo online de enseñanza como integrar la adaptación de los materiales de aprendizaje, afrontar nuevas metodologías de enseñanza y hacer frente a un sistema innovador de evaluación. Es necesario cambiar del modelo tradicional cara a cara a uno nuevo emergente.

Se ha observado que en las primeras experiencias de cursos virtuales [33] el uso de estos no era el esperado: la interactividad no era apreciada o entendida, las páginas web y capturas de pantallas eran directamente impresas, los grupos de discusión se utilizaban muy poco, el feedback a través de ejemplos y ejercicios no era seguida, etc. El panorama actual es que esto está cambiando y cada vez se hace más uso de las nuevas tecnologías. Aun así hay importantes retos que afrontar y todavía los estudiantes no usan los medios electrónicos con la frecuencia deseada, se confía más en los medios impresos. Es importante que se incentive el uso de los

diferentes canales electrónicos. Por ejemplo, se ha observado que el estudiante a menudo tiene temor a realizar preguntas en los foros por miedo a que sea vea como torpe, al final se suele decantan directamente por el correo electrónico. En los foros anónimos de acceso libre sin moderar se corre el riesgo de un uso inapropiado, como spam o lenguaje agresivo.

Desde el punto de vista de las nuevas tecnologías en estadística, normalmente el objetivo del estudiante es tener un acceso rápido e inmediato a los medios necesarios para pasar su examen, que choca con el del docente, que es mejorar sus clases y enfoca las nuevas tecnologías en proporcionar conocimientos para análisis de datos más sofisticados. Normalmente estos dos objetivos chocan y es difícil implementarlos a la vez en un sistema de aprendizaje electrónico.

Los desafíos más importantes en el área de la enseñanza online a distancia de la estadística a nivel universitarios son [24]:

- Importantes diferencias en los bagajes de conocimiento y habilidades técnicas, tanto informáticas como matemático-estadísticas entre el alumnado. En muchos casos es necesario proporcionar cursos de refuerzo o introductorios de tecnología web y básicos de estadística y matemáticas.
- Una alta tasa de abandono provocada por una sensación de aislamiento intrínseco a este tipo de estudios en comparación con estudios presenciales. Algunas medidas para hacer frente a esto podrían ser tertulias online. Este aislamiento también puede afectar a los docentes, afectando su motivación e implicación.
- Falta de motivación de los estudiantes, sobre todo en estudios transversales como ingenierías o ciencias sociales. No se entiende valor añadido de estos cursos. Actividades con software especializado o enfoque profesionalizado puede incrementar motivación. Conveniencia de relacionar curso estadístico-matemático con el mundo profesional.
- Es necesario un feedback continuo. Hay que hacer un seguimiento constante para evitar la desmotivación. Por parte del docente es necesario actualización constante en los canales de comunicación y seguimiento. Es importante una implicación por parte del profesor resolviendo dudas y ejercicios.
- Es necesario establecer protocolos que certifiquen la autoría de las actividades y de las evaluaciones así como requisitos de acreditación.
- Cursos sobredimensionados en créditos. Hay que revisar y reajustar carga de trabajo a un número más real de créditos.
- Falta de interacción presencia que es necesario en actividades de habilidades prácticas. Se puede compensar con aprendizaje colaborativo o foros.
- Pobre integración de la notación matemática en los ordenadores y entornos online así como escritura de símbolos y formulas. Algunas propuestas para afrontar este reto son las paletas visuales en Wiris, formulación en LaTeX, los escáneres avanzados o handwriting tablets, y los sistemas a través de comandos de voz, este último muy interesante para la accesibilidad en discapacitados visuales.
- Con respecto al material y recursos disponibles, se detecta una escasez en el desarrollo de herramientas cualificadas para niveles altos universitarios comparados con niveles de pregrado.

- Cada nivel o curso requiere unas especificaciones propias, desde introducción a la estadística hasta los más avanzados de análisis de datos multivariantes, por ejemplo.
- A veces es difícil recopilar la cantidad y variedad de material en la web, y más difícil es obtener información actualizada de dónde encontrar estos sitios y cómo utilizar estos materiales. El volumen de enlaces a veces es desalentador y la búsqueda puede ser frustrante, aunque los beneficios puedan ser muy importantes.

Por tanto es fundamental que se promueva la comunicación entre estudiantes a través de espacios web mediante plataformas online de enseñanza adecuadas (amigable, eficiente, alta usabilidad). Es necesario, también, que los estudiantes estén tecnológicamente preparados con las habilidades necesarias antes de comenzar un curso.

Con respecto al docente los retos que tiene son: tiempo necesario para diseñar el curso y tiempo de dedicación para proporcionar orientación y apoyo, lo que lleva a un esfuerzo extra del profesorado. Es necesario que se le proporcionen medios específicos de formación y herramientas tecnológicas eficientes para facilitar diseño, desarrollo y seguimiento de los cursos y monitorización de la actividad de los estudiantes y grupos colaborativos.

Para las instituciones deben tener claro que la formación online no es un método económico de proporcionar formación ya que tiene unos costes en tecnología empleada y plantilla de especialistas que mantengan y administren sistemas, así como licencias y programas de formación a docentes.

2.6. Simulación por ordenador (CSM)

La simulación para enseñar conceptos estadísticos es muy útil especialmente para temas difíciles o muy abstractos. Ya hemos comentado que los alumnos que participan activamente en su propio aprendizaje son más resolutivos e independientes a la hora de interpretar resultados. Mediante la simulación, en estadística, los estudiantes aprenden a través de la construcción de sus propias ideas a través de la interacción con máquinas u objetos.

Una forma de simulación puede ser mediante objetos físicos como monedas o dados. Muy útil para comprender conceptos de probabilidad básica. Pero dónde se ha experimentado un notable avance en las dos últimas décadas es en la simulación por ordenador, sobre todo por el acceso generalizado por parte de la comunidad educativa. Hasta finales de los años ochenta el acceso estaba restringido a equipos de investigación muy selectos en los departamentos de física y matemáticas de algunas universidades con recursos. Fue a principios de los años noventa cuando el acceso a los ordenadores personales por parte de gran parte de la población cuando se empezaron a utilizar para fines, entre otros, formativos. El auge de Internet desde finales de los años noventa potencio el uso, y sobre todo, la distribución de código, software e infinidad de recursos para aplicarlos en el entorno educativo. Ya en los últimos años, con el acceso a dispositivos portátiles por parte de cualquier individuo, y su familiarización desde los primeros años como estudiantes, la famosa generación de nativos

digitales, hacen que estos recursos electrónicos sean de por sí parte inherente a sus medios educativos.

La utilización de la simulación por computador ha hecho que el proceso de aprendizaje del área de estadística haya mejorado de manera notable [34], [35], [36]. No solo por el evidente avance en la realización de arduas y aburridas tareas de cálculo y mecánicas, con lo que podemos utilizar este tiempo que invertíamos en estos procesos en otros más valiosos. Si no también por la capacidad que tiene la simulación por ordenador para mejorar la comprensión de temas y conceptos estadísticos, complejos ya de por sí. La visualización por repetición tanto de la teoría como de la práctica de algunos contenidos y el poder interactuar en la entrada y salida de datos, haciendo análisis de sensibilidad, por ejemplo, es algo que motiva y estimula a los estudiantes de esta área en concreto.

Se han desarrollado cuatro métodos de simulación por computadora [37]. Normalmente en los primeros años se escribía el propio programa para la creación del modelo y la búsqueda de violaciones de supuestos. La generación de números aleatorios de manera sencilla y automatizada sirvió para desarrollar modelos de sensibilidad de parámetros, pudiendo generar múltiples escenarios. La combinación de estos dos métodos fue el siguiente paso, crear programas que permiten modificar los parámetros mediante la generación de distribuciones aleatorias de números. Por último, llegamos al desarrollo de software específico para hacer estas simulación, bien mediante paquetes estadísticos, ya sean comerciales o de libre distribución, o mediante herramientas más específicas como applets o plug-ins.

En la actualidad los métodos de simulación por ordenador (en inglés *Computer Simulation Methods*, CSM) se utilizan en todos los ámbitos de la estadística para ayudar a comprender conceptos difíciles a estudiantes de diferentes ámbitos y estudios, desde temas introductorios como funciones de probabilidad, histogramas, teorema central del límite hasta más avanzados como métodos bayesianos, series temporales, análisis de la varianza o movimientos brownianos.

2.7. Ejemplos de aplicaciones en conceptos teóricos y prácticos

Los métodos de simulación ayudan a aclarar conceptos incluso a estudiantes con carrera no matemáticas. Los alumnos son capaces de procesar sus propias ideas mediante la construcción de sus propios significados a través de una interacción significativa con la nueva información. Conceptos como valor esperado, la forma de las distribuciones de diferentes tamaños y el significado de distribución muestral se pueden entender mejor con simulación.

Algunos conceptos más abstractos no se pueden ilustrar tan claramente con simulación [38]. El docente debe identificarlos y abordar conceptos erróneos, como los conceptos de igualdad o independencia.

Ponemos a continuación ejemplos de aplicación de modelos de simulación en algunos conceptos teóricos:

Teorema central del límite

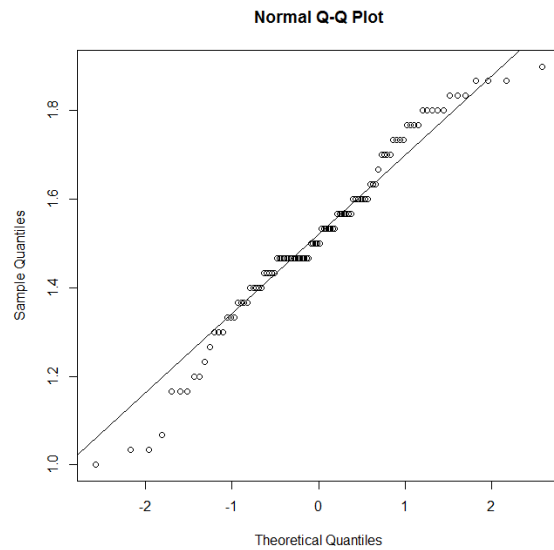
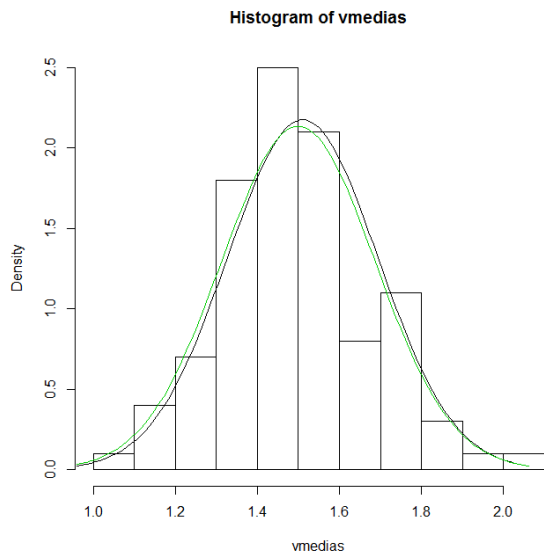
Lo que nos dice el teorema central del límite es que si tenemos un conjunto de n variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas de una distribución con media μ y varianza σ^2 distinta de cero. Entonces, si n es lo suficientemente grande, la variable aleatoria $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ tiene aproximadamente una distribución normal con media μ y varianza $\frac{\sigma^2}{n}$.

El teorema central del límite es uno de los temas más populares que se utiliza con CSM. Por ejemplo, los estudiantes pueden generar una cantidad elevada de muestras aleatorias de un tamaño específico, no demasiado pequeñas, y calcular la media de cada una. Un histograma de estas medias muestra que se distribuye de una forma normal. Se puede variar el número de muestras, el tamaño de estas o incluso la función de distribución de cada una de estas (normal, exponencial, uniforme, etc.) y ver qué pasa.

Por ejemplo, en R podemos crear una serie de muestras de diferentes distribuciones y calcular la media de cada una y comparar esta distribución con la hipotética que saldría aplicando el TCL. En el ejemplo siguiente se crea cuatro funciones en las que se estudia el caso para distribuciones binomiales, uniforme estándar, uniforme general y exponencial.

```
> SimuTCL.Bin<-function(n,p,m,r){
> # Genera r muestras de tamaño m de una binomial(n,p) y calcula las medias de cada
muestra que
> # deberían ser una Normal de media:np y varianza:npq/m
> # Binomial(n,p)
> # n:número de ensayos
> # p:probabilidad de éxito
> # m:tamaño de la muestra
> # r:número de muestras
>   vmedias<-c()
>   for(i in 1:r){
+     b<-rbinom(m,n,p)
+     vmedias<-c(vmedias,mean(b))
+   }
+   hist(vmedias,prob="T")
+   ra<-seq(mean(vmedias)-3*sd(vmedias),mean(vmedias)+3*sd(vmedias),len=100)
+   lines(ra,dnorm(ra,mean(vmedias),sd(vmedias)))
+   lines(ra,dnorm(ra,n*p,sqrt(n*p*(1-p)/m)),col=3)
+   vmedias
+ }

> # ejemplo
> x<-SimuTCL.Bin(5,0.3,30,100)
> qqnorm(x)
> qqline(x)
```



```

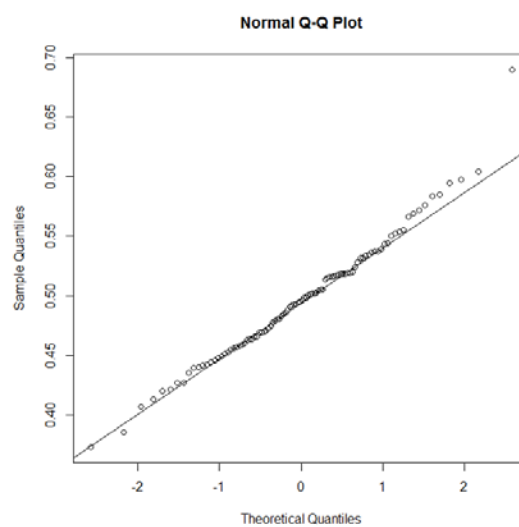
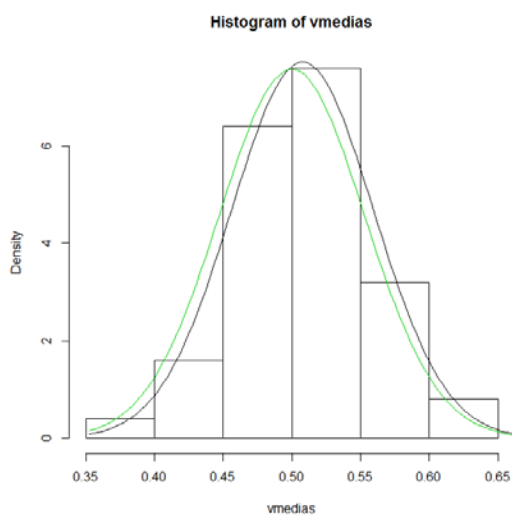
> SimuTCL.Uni<-function(m,r){
> # Genera r muestras de tamaño m de una uniforme(0,1) y calcula las medias de cada
muestra que
> # deberían ser una Normal de media:0.5 y varianza:1/12m
> # Uniforme(0,1)

> # m:tamaño de la muestra
> # r:número de muestras

>     vmedias<-c()
>     for(i in 1:r){
+         b<-runif(m)
+         vmedias<-c(vmedias,mean(b))
+     }
+     hist(vmedias,prob="T")
+     ra<-seq(mean(vmedias)-3*sd(vmedias),mean(vmedias)+3*sd(vmedias),len=100)
+     lines(ra,dnorm(ra,mean(vmedias),sd(vmedias)))
+     lines(ra,dnorm(ra,0.5,1/sqrt(m*12)),col=3)
+     vmedias
+ }

> # ejemplo
> x<-SimuTCL.Uni(30,100)
> qqnorm(x)
> qqline(x)

```



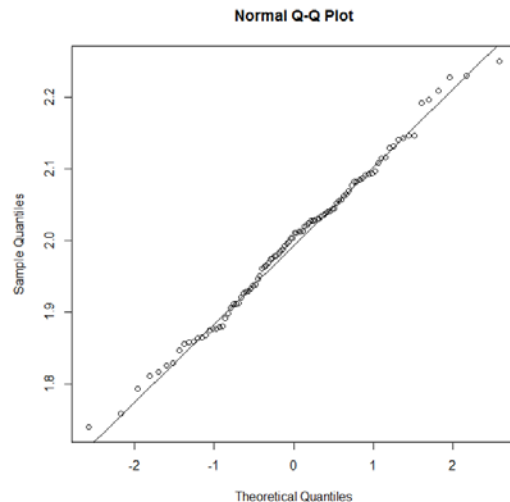
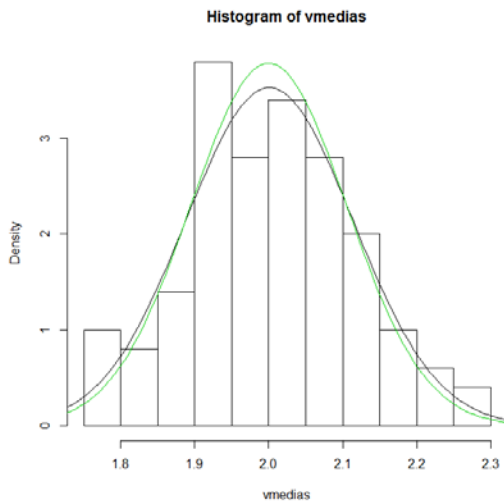
```

> SimuTCL.Uniab<-function(a1,a2,m,r){
> # Genera r muestras de tamaño m de una uniforme(a,b) y calcula las medias de cada
muestra que
> # deberían ser una Normal de media:(a+b)/2 y varianza:(b-a)^2/12m
> # Uniforme(a,b)
> # m:tamaño de la muestra
> # r:número de muestras

>     vmedias<-c()
>     for(i in 1:r){
+         b<-runif(m,a1,a2)
+         vmedias<-c(vmedias,mean(b))
+     }
+     hist(vmedias,prob="T")
+     ra<-seq(mean(vmedias)-3*sd(vmedias),mean(vmedias)+3*sd(vmedias),len=100)
+     lines(ra,dnorm(ra,mean(vmedias),sd(vmedias)))
+     lines(ra,dnorm(ra,(a2+a1)/2,(a2-a1)/sqrt(m*12)),col=3)
+     vmedias
+ }

> # ejemplo
> x<-SimuTCL.Uniab(1,3,30,100)
> qqnorm(x)
> qqline(x)

```



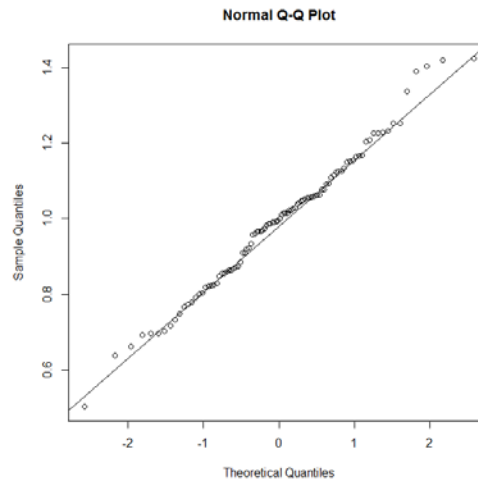
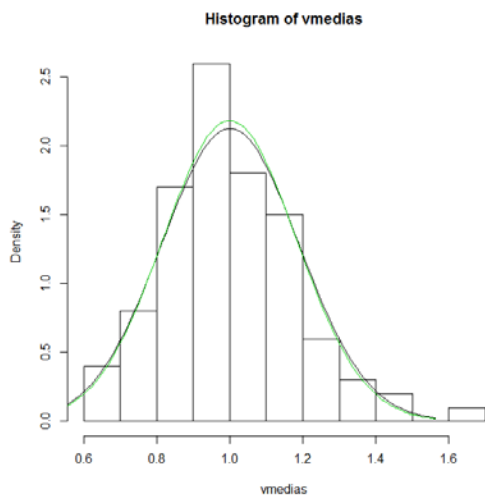
```

> SimuTCL.Exp<-function(a,m,r){
> # Genera r muestras de tamaño m de una exponencia(a) y calcula las medias de cada
muestra que
> # deberían ser una Normal de media:1/a y varianza:1/(a^2*m)
> # Exponencial(a)
> # m:tamaño de la muestra
> # r:número de muestras

>     vmedias<-c()
>     for(i in 1:r){
+         b<-rexp(m,a)
+         vmedias<-c(vmedias,mean(b))
+     }
+     hist(vmedias,prob="T")
+     ra<-seq(mean(vmedias)-3*sd(vmedias),mean(vmedias)+3*sd(vmedias),len=100)
+     lines(ra,dnorm(ra,mean(vmedias),sd(vmedias)))
+     lines(ra,dnorm(ra,1/a,1/(a*sqrt(m))),col=3)
+     vmedias
+ }

> # ejemplo
> x<-SimuTCL.Exp(1,30,100)
> qqnorm(x)
> qqline(x)

```



En cada caso generamos un histograma de la distribución con el modelado teórico y empírico de la normal así como una gráfica QQ para comparar los cuantiles muestrales vs. los cuantiles teóricos.

Si hacemos un contraste Kolmogorov-Smirnov de bondad de ajuste para ver en qué medida podemos asegurar que las distribuciones de $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ siguen una normal obtenemos los siguientes resultados:

```
> #Podemos ver en qué nivel se ajustan a una normal aplicando un contraste de
Kolmogorov-Smirnov

> tam_muestra<-30
> n_muestra<-100
> n_bin<-20
> p_bin<-0.3
> a1<-1
> a2<-2
> a<-1

> ks.test(SimuTCL.Bin(n_bin,p_bin,tam_muestra,n_muestra),
"pnorm",n_bin*p_bin,sqrt(n_bin*p_bin*(1-p_bin)/tam_muestra))

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: SimuTCL.Bin(n_bin, p_bin, tam_muestra, n_muestra)
D = 0.0936, p-value = 0.3455
alternative hypothesis: two-sided

Mensajes de aviso perdidos
In ks.test(SimuTCL.Bin(n_bin, p_bin, tam_muestra, n_muestra), "pnorm", :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

> ks.test(SimuTCL.Uni(tam_muestra,n_muestra),"pnorm",1/2,1/sqrt(tam_muestra*12))

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: SimuTCL.Uni(tam_muestra, n_muestra)
D = 0.0662, p-value = 0.774
alternative hypothesis: two-sided

> ks.test(SimuTCL.Uniab(a1,a2,tam_muestra,n_muestra),"pnorm",(a1+a2)/2,(a2-
a1)/sqrt(tam_muestra*12))

One-sample Kolmogorov-Smirnov test
```



```

data: SimuTCL.Uniab(a1, a2, tam_muestra, n_muestra)
D = 0.0684, p-value = 0.7382
alternative hypothesis: two-sided

> ks.test(SimuTCL.Exp(a,tam_muestra,n_muestra),"pnorm",1/a,1/(a*sqrt(tam_muestra)))

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```

```

data: SimuTCL.Exp(a, tam_muestra, n_muestra)
D = 0.0758, p-value = 0.6139
alternative hypothesis: two-sided

```

En los cuatro casos obtenemos un p-valor lo suficientemente alto como para concluir con la aceptación de la hipótesis nula de que los datos se pueden modelizar con una normal.

A lo mejor es interesante repetir estos pasos un número de veces y comparar los diferentes p-valores para ver hasta qué punto estos p-valores se mantienen. Para ello nos creamos otra función que repite k veces los pasos anteriores y nos devuelve la media del p-valor.

```

#Para comparar repetidamente esto creamos la función Compara:

> Compara<-function(k,tam_muestra,n_muestra,n_bin,p_bin,a1,a2,a){
+ vbin<-c()
+ vuni<-c()
+ vuniab<-c()
+ vexp<-c()
+ for(i in 1:k){
+ zbin<-
ks.test(SimuTCL.Bin(n_bin,p_bin,tam_muestra,n_muestra),"pnorm",n_bin*p_bin,sqrt(n_bin*p_
bin*(1-p_bin)/tam_muestra))
+ zuni<-ks.test(SimuTCL.Uni(tam_muestra,n_muestra),"pnorm",1/2,1/sqrt(tam_muestra*12))
+ zuniab<-ks.test(SimuTCL.Uniab(a1,a2,tam_muestra,n_muestra),"pnorm",(a1+a2)/2,(a2-
a1)/sqrt(tam_muestra*12))
+ zexp<-
ks.test(SimuTCL.Exp(a,tam_muestra,n_muestra),"pnorm",1/a,1/(a*sqrt(tam_muestra)))
+ vbin<-c(vbin,zbin$p.value)
+ vuni<-c(vuni,zuni$p.value)
+ vuniab<-c(vuniab,zuniab$p.value)
+ vexp<-c(vexp,zexp$p.value)
+ }
+ Medias_pvalores<-c(mean(vbin),mean(vuni),mean(vuniab),mean(vexp))
+ names(Medias_pvalores)<-c("bin.p-valor","uni.p-valor","uniab.p-valor","exp.p-valor")
+ Medias_pvalores
+ }
>
>
> #Al ejecutarla nos dada la media de los p-valores al realizar el test en cada caso k
veces
> k<-10
> Compara(k,100,30,5,0.3,1,2,1)
  bin.p-valor  uni.p-valor uniab.p-valor  exp.p-valor
    0.3585002    0.6240445    0.5486260    0.4484638

```

Podemos ver que obtenemos un p-valor lo suficientemente alto en los cuatro casos. Únicamente a tener en cuenta que en caso de la binomial, al tener empates, R avisa que el contraste de hipótesis no es óptimo y pierde potencia.

```

In ks.test(SimuTCL.Bin(n_bin, p_bin, tam_muestra, n_muestra), "pnorm", : ties should
not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

```

Podemos hacer algo similar con SPSS o incluso con Excel, generando varias muestras de variables aleatorias y calculando su media y viendo si se distribuyen como una normal. O también escribir un programa en algún lenguaje de programación sencillo como PASCAL.

También existen multitud de applets y programas en la web para simular este. El beneficio de un applets es que no es necesario tener que instalar ningún software adicional más que un navegador con una máquina virtual instalada como Java. Ejemplos de applets sobre el teorema central de límite los tenemos en:

- http://onlinestatbook.com/stat_sim/sampling_dist/
- <http://virtual.uptc.edu.co/ova/estadistica/applets/users.ece.gatech.edu/users/gtz/java/clk/index.html>
- <http://www.stat.tamu.edu/~west/javahtml/CLT.html>
- <http://www.stat.sc.edu/~west/javahtml/CLT.html>
- <http://blog.vctr.me/posts/central-limit-theorem.html>

Un video muy interesante e ilustrativo que se enfoca en la simulación para entender el concepto lo tenemos en el siguiente enlace: <http://www.youtube.com/watch?v=xZmFqLHIFJk>

Contrastes de hipótesis

La utilización de simulación por computador para entender mejor conceptos como potencia de contrastes, errores tipo I y tipo II de los contrastes de hipótesis puede ser muy útil ya que suelen ser conceptos abstractos difíciles de entender en un curso introductorio.

Hay multitud de applets para simular diferentes tipos de contrastes y para variar parámetros que nos permitan comprender estos conceptos. Una muy interesante que permite variar α , σ o la distancia entre las medias es la siguiente:

http://www.ugr.es/~bioestad/guiaspss/practica6/geogebra/potencia_contrastes.html

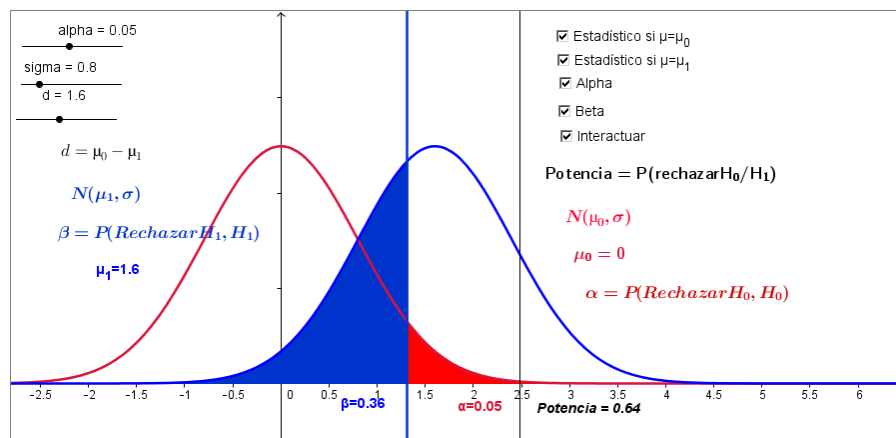


Figura 2.5. Applet para entender el concepto de potencia de contrastes, con Geogebra

Al variar el error de tipo I se modifica el error de tipo II de manera inversa: si aumentamos α disminuye β , que también es sensible a la distancia entre medias.

Esto mismo se ve muy bien en el siguiente applet:

<https://ideal.stat.wvu.edu:8443/ideal/resource/modules/1/HypTest/hyptest.html>

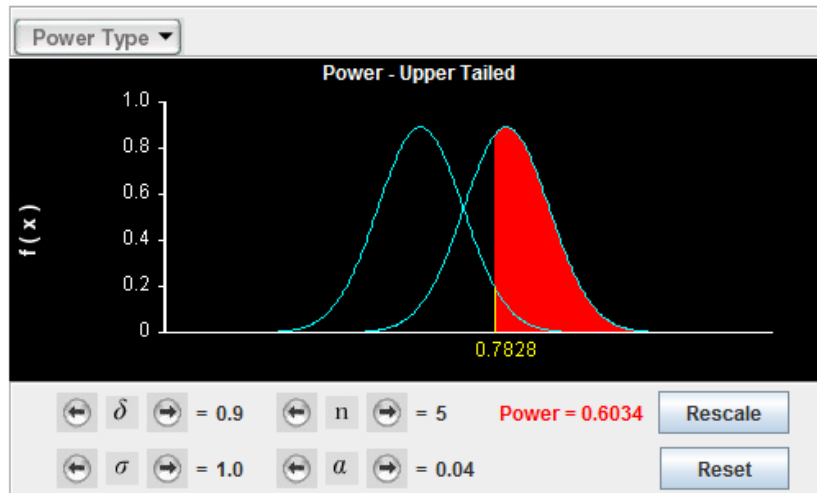


Figura 2.6. Applet para realizar análisis de sensibilidad en contraste de hipótesis

Intervalos de confianza

Un concepto que es frecuentemente difícil de asimilar por parte de los estudiantes es de nivel de confianza o coeficientes de confianza. Es habitual oír que un intervalo de confianza tiene $1 - \alpha$ de probabilidad de cubrir el parámetro a estimar cuando esto es una interpretación completamente errónea de intervalos de confianzas ya que sus extremos son valores ya calculados y no variables aleatorias. Lo correcto sería decir que el $100(1 - \alpha)\%$ de las veces el intervalo obtenido cubrirá el parámetro. Este concepto se puede ver y experimentar de una manera muy visual mediante la utilización de applets. Una muy gráfica es la que tenemos dentro del proyecto SOCR:

http://www.socr.ucla.edu/htmls/SOCR_Experiments.html

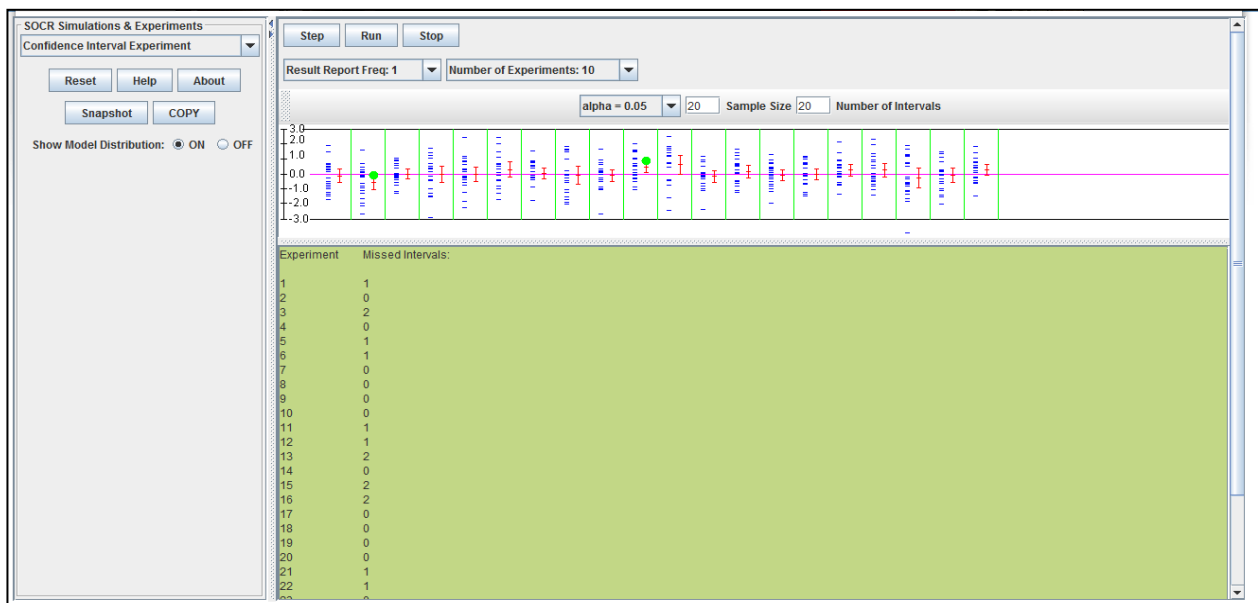


Figura 2.7. Intervalos de confianza con SOCR Simulations & Experiments

Como podemos ver podemos variar diferentes parámetros como el tamaño de la muestra, las repeticiones, el nivel de confianza o el número de resultados mostrados. Cuando un intervalo no cubre el parámetro a estimar se muestra con un punto verde. En los resultados, que podemos repetir las veces que queramos, nos indica el número de intervalos erróneos.

Otros applets dónde podemos ver este concepto muy gráficamente los tenemos en:

http://wise.cgu.edu/ci_creation/ci_creation_applet/index.html

En el siguiente enlace tenemos una calculadora de intervalos de confianza para proporciones:

<http://vassarstats.net/prop1.html>

En R podemos crearnos un procedimiento para generar m muestras de ensayos de Bernouilli con probabilidad p de tamaño n y generar un intervalo de confianza para p en cada muestra. Podemos medir el número de veces que los intervalos caen dentro del valor real del parámetro y podemos ver como esto varía en función del número de muestras, del tamaño de cada muestra, de la probabilidad de éxito en los ensayos y por supuesto del nivel de confianza que admitamos.

```
> SimuIC<-function(repet,tam_muestra,prob,alpha){
+ il<-c()
+ i2<-c()
+ for (i in 1:repet) {
+ muestra<-rbinom(tam_muestra,1,prob)
+ test<-binom.test(sum(muestra),tam_muestra,conf.level=1-alpha,p=prob)
+ i1<-c(i1,test$conf.int[1])
+ i2<-c(i2,test$conf.int[2])
+ }
+ ic<-cbind(i1,i2)
+ summary(ic[,1]<prob & prob<ic[,2])
+ }
>
> SimuIC(50,100,0.5,0.2)
  Mode  FALSE  TRUE  NA's
logical    6   44    0
```

Como podemos ver en este caso 44 intervalos están dentro del valor real y 6 se quedan fuera, esto es el 88% de acierto. Teniendo en cuenta que aplicamos un nivel de confianza bajo 0.8 es incluso mejor de lo esperado. Podemos crear otro procedimiento que en función de los resultados de la anterior no calcule el porcentaje y además nos muestre un gráfico con el porcentaje de aciertos:

```
> ResultSimuIC<-function(r,t,p,a){
+ r<-SimuIC(r,t,p,a)
+ acierto<-as.integer(r[2])/(as.integer(r[2])+as.integer(r[3]))
+ etiqueta<-paste(as.character(100-acierto*100),"% dentro")
+
+ pie(c(as.integer(r[2]),as.integer(r[3])),labels=c("Fuera","Dentro"),col=c(2,3),
+ main=etiqueta)
+ }
> ResultSimuIC(100,50,0.5,0.2)
```

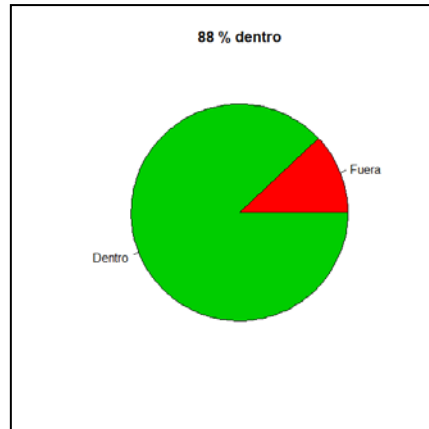


Figura 2.8. Porcentaje de intervalos de confianza dentro correctos mediante experimentación en R

Movimiento Browniano

El origen del movimiento browniano es curioso, parece que Robert Brown (por el cual se le da el nombre) estaba investigando el movimiento errático y zigzagueante que hacían unas partículas de polen en una solución acuosa. La teoría cinética de la materia ofreció una explicación consistente en que la partícula de polen está sometida a constantes colisiones por parte de las moléculas que la rodean y cada colisión altera su momento lineal. El primer modelo matemático fue desarrollado por Albert Einstein y posteriormente Norbert Wiener, Andrei Kolmogorov y Paul Lévy los estudiaron en profundidad originando el desarrollo de la teoría de procesos estocásticos. La definición matemática de Proceso de Wiener o Movimiento Browniano es la siguiente [77]:

Se dice que la familia de variables aleatorias $\{W_t\}_{t \geq 0}$ es un Proceso de Wiener si se cumple las siguientes propiedades:

- $W_0 = 0$
- W_t es casi seguro continua en toda su trayectoria.
- W_t es un proceso de incrementos independiente.
- $W_t - W_s \sim N(0, t - s) (\forall 0 \leq s \leq t)$

Además se tiene que las trayectorias son auto semejantes y con probabilidad 1 las trayectorias no son diferenciables en ningún punto.

Estos conceptos pueden ser difíciles de asimilar, sobre todo el de proceso continuo pero no derivable, ya que no es algo muy habitual. Para comprender estos conceptos y el modelo de movimiento browniano disponemos de algunos applets muy ilustrativos:

- En http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/Applets/brownian/brownian.html y en <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=24> podemos hacernos una idea del origen del movimiento browniano tal y como lo vio y planteó Robert Brown en 1827. En el segundo enlace podemos variar ciertos parámetros como número de moléculas o proporción entre las moléculas y la mota de polvo.

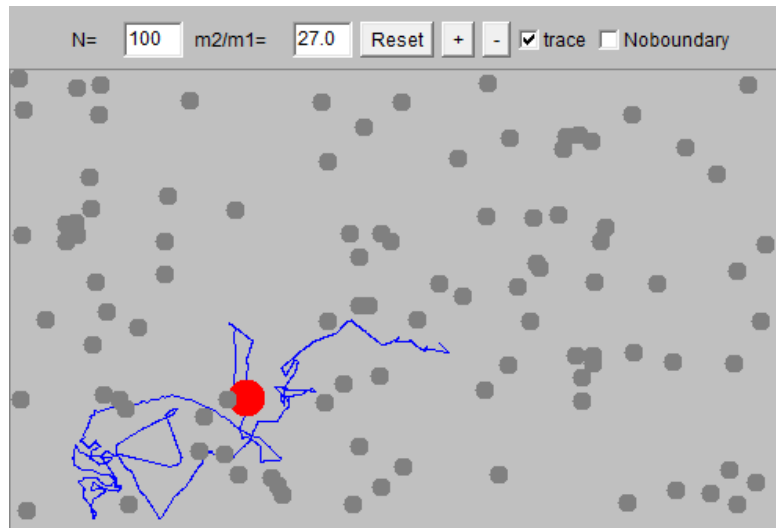


Figura 2.9. Simulación de Movimiento Browniano producido en una partícula de polvo por moléculas gaseosas.

- En <http://www.physics.uq.edu.au/people/mcintyre/applets/brownian/brownian.html> también podemos modificar diferentes parámetros como temperatura e incluso introducir varias motas de polvo.

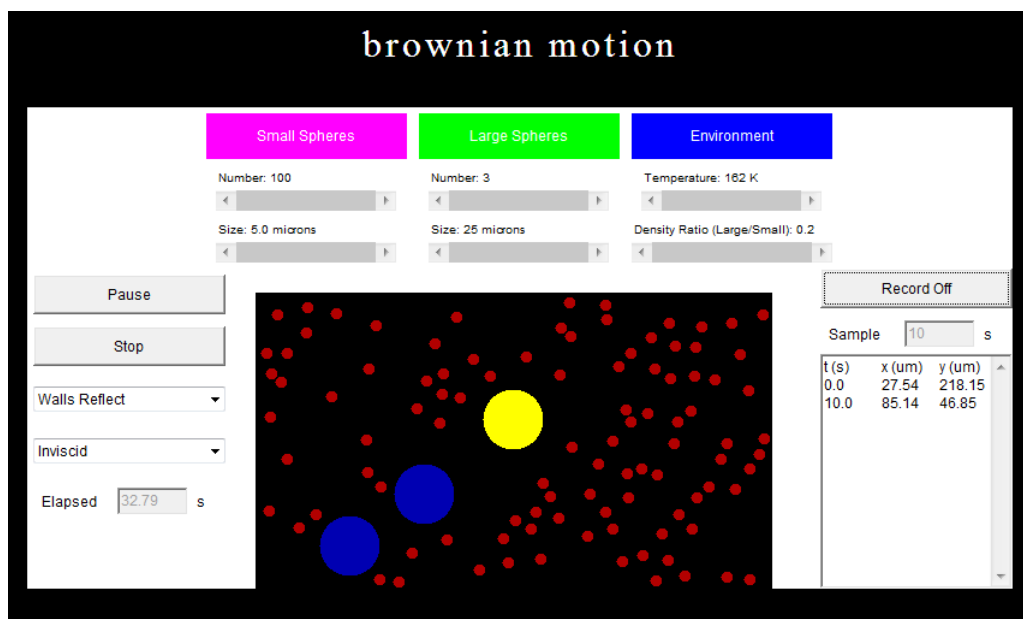


Figura 2.10. Simulación de Movimiento Browniano en partículas grandes producidas por pequeñas partículas en diferentes condiciones ambientales controladas como temperatura, tipo de sustancia, acotado o no, etc.

- El concepto de continuidad pero no diferenciabilidad del proceso se ve muy bien en <http://users.stat.umn.edu/~geyer/Stoch/brown.html> dónde podemos 'bucear' tanto como queramos en un proceso browniano generado aleatoriamente.

En R podemos simular también el Movimiento Browniano mediante el siguiente código:

```

> SimuMB <- function (n,T) {
+ dt <- T/n
+ tiempo <- seq(0, T, dt)
+ dB <- sqrt(dt) * rnorm(n)
+ B <- cumsum(dB)
+ B <- c(0, B)
+ plot(tiempo, B, t = "l")
+ }
> SimuMB(500,1)

```

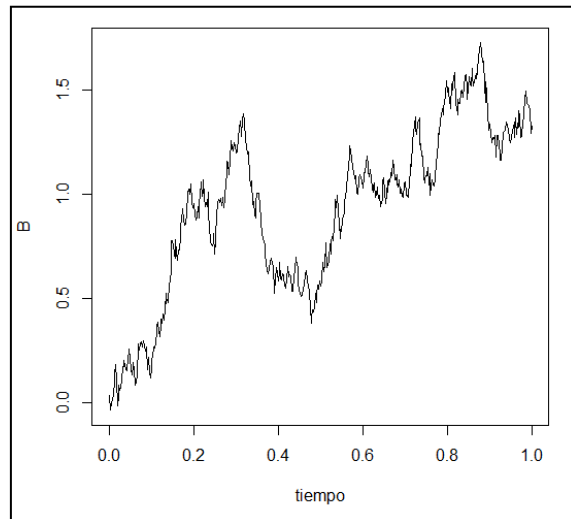


Figura 2.11. Simulación de Movimiento Browniano en R

Podemos también simular k trayectorias independientes en la misma gráfica:

```

> SimuMBxK <- function (k,n,T) {
+ dt <- T/n
+ tiempo <- seq(0, T, dt)
+ dB <- sqrt(dt) * matrix(rnorm(k * n), nrow = k)
+ B <- apply(dB, 1, cumsum)
+ B <- rbind(0, B)
+ matplot(tiempo, B, t = "l", col = "gray")
+ }
> SimuMBxK(50,500,1)

```

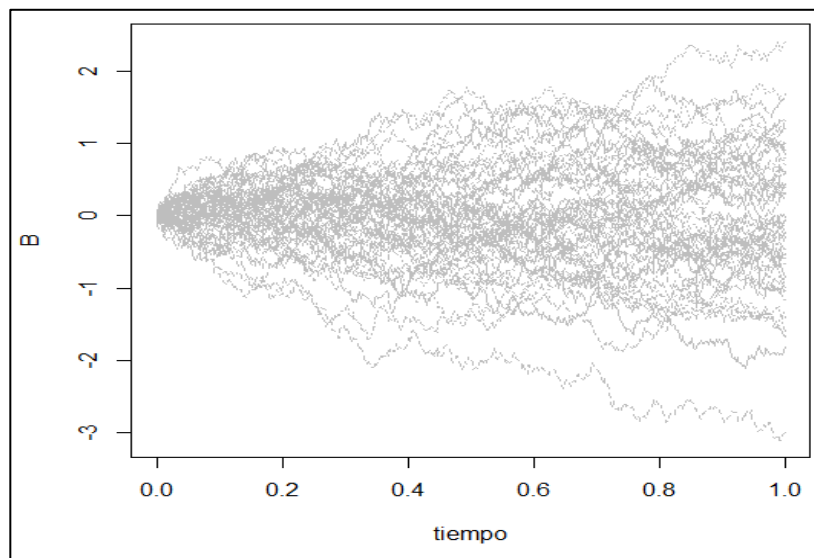


Figura 2.12. Simulación de k Movimientos Brownianos en R

En el enlace de la Wikipedia de Movimiento Browniano http://en.wikipedia.org/wiki/Brownian_motion hay algunos videos y animaciones, algunas en 3D muy descriptivas y además de libre distribución.

Generación de número aleatorios y simulación de Monte Carlo

La generación de números aleatorios es algo esencial para la simulación. Mediante computadora podemos ser capaces de generar números pseudo-aleatorios mediante diferentes algoritmos, que normalmente se basan en el concepto de semillas o estado inicial del algoritmo. Un método utilizado en los inicios de era informática e ideado por unos de los padres de las ciencias computacionales, John von Neumann, es el famoso método de los cuadrados medios. El método se basa en la selección aleatoria de un número con un número par de cifras (originalmente se propuso con 4 dígitos) para elevarlo al cuadrado. Este dará un número de hasta el doble de cifras del original, que si es de menos se le añaden tantos ceros a la izquierda como sean necesario. Del número resultante nos quedamos con tantas cifras centrales como tenía el número original, y a este número se le añade un punto delante obteniendo el número aleatorio entre 0 y 1. Continuamos iterativamente con el número anterior antes de convertirlo en decimal.

Por ejemplo si empezamos con un número como 1234 obtendríamos la siguiente sucesión de cifras con su correspondiente número pseudo-aleatorio:

5227	0,5227
3215	0,3215
3362	0,3362
3030	0,3030
1809	0,1809
2724	0,2724
4201	0,4201
6484	0,6484
0422	0,0422

Para realizar este algoritmo podemos utilizar Excel. Si la semilla la situamos en la celda A1 y en la celda A2 escribimos la siguiente función:

`=ENTERO(A1*A1/100)-ENTERO(A1*A1/1000000)*10000`

obtenemos la primera cifra. Podemos situarnos en la celda A2 y escribir: `=A2/10000` para obtener el primer número pseudo-aleatorio. Si seleccionamos las celdas A1 y A2 y 'estiramos' hacia abajo podemos generar tantos números aleatorios como queramos.

	A	B	C	D	E
1	1234				
2	5227	0,5227			
3	3215	0,3215			
4	3362	0,3362			
5	3030	0,303			
6	1809	0,1809			
7	2724	0,2724			
8	4201	0,4201			
9	6484	0,6484			
10	422	0,0422			
11	1780	0,178			
12	1684	0,1684			
13	8358	0,8358			

Figura 2.13. Generación de números aleatorios en Excel mediante el algoritmo de los cuadrados medios.

El problema de este método es que tiene una fuerte tendencia a degenerar rápidamente a cero (véase por ejemplo con semilla 1009) y que se pueden generar ciclos en pocas iteraciones (por ejemplo 6100).

Otros métodos más actuales y que suelen usarse más habitualmente son los métodos congruenciales de Lehmer. Al igual del método anterior necesita de una semilla para iniciarse. Los valores sucesivos se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$x_n = ax_{n-1} + b \text{ módulo } m$$

donde a , b y m son enteros positivos y se denominan, respectivamente, constante multiplicativa, constante aditiva y módulo. Si b es igual a cero el método se denomina multiplicativo.

En todo software estadístico hay funciones que generan de manera automática números aleatorios. En Excel, por ejemplo, tenemos las funciones =ALEATORIO() y =ALEATORIO.ENTRE(inferior;superior) -en versiones de Excel en inglés son =RAND() y =RANDBETWEEN(bottom,top) respectivamente-. En el primer caso genera un número aleatorio entre 0 y 1, en el segundo genera un número aleatorio entero entre el primer parámetro inferior y el segundo superior.

Hasta ahora hemos hablado siempre de distribución uniforme continua. Si queremos generar un número aleatorio de una distribución dada, por ejemplo una normal, en Excel lo haríamos de la siguiente manera: =DISTR.NORM.INV(ALEATORIO(),mu,sigma) -en inglés utilizaríamos la fórmula =NORMINV(RAND(),mu,sigma). Para una exponencial podríamos usar la fórmula del algoritmo: =LN(1-ALEATORIO())*lambda.

También se puede utilizar las herramientas para el análisis de Excel. Para ello hay que activarlas primero en Opciones >> Complementos >> Administrar Complementos de Excel [Figura 2.14]. Aquí tenemos que activar la opción Herramientas para el análisis. Una vez hecho esto ya podemos generar números aleatorios de diferentes distribuciones en la pestaña Datos >> Análisis >> Análisis de datos >> Generación de números aleatorios [Figura 2.15].

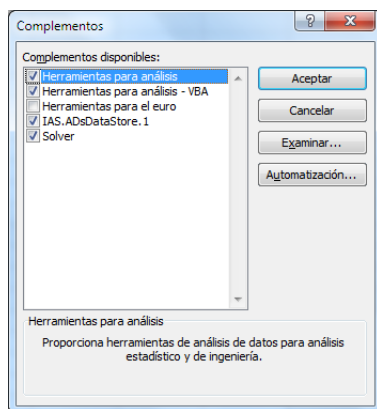


Figura 2.14. Evaluación del software estadístico

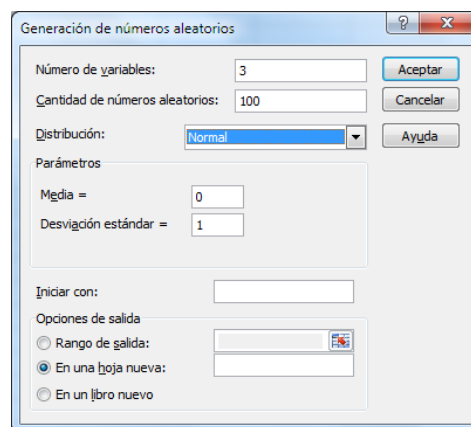


Figura 2.15. Evaluación de la interactividad

A veces es interesante generar una sucesión de número aleatorios sin repetición, por ejemplo para simular una lotería. En Excel podemos utilizar programación mediante VBA que genere esto. Mediante una macro creamos la siguiente función:

```
Function AleaUni(inf As Integer, sup As Integer, n As Integer) As String
    Dim iArr As Variant
    Dim i As Integer
    Dim r As Integer
    Application.Volatile
    ReDim iArr(inf To sup)
    For i = inf To sup
        iArr(i) = i
    Next i
    For i = sup To inf + 1 Step -1
        r = Int(Rnd() * (i - inf + 1)) + inf
        temp = iArr(r)
        iArr(r) = iArr(i)
        iArr(i) = temp
    Next i
    For i = inf To inf + n - 1
        AleaUni = AleaUni & " " & iArr(i)
    Next i
    AleaUni = Trim(AleaUni)
End Function
```

Y agregando un botón que ejecute la función anterior tal que así:

```
Private Sub CommandButton1_Click()
    Range("B4").Value = AleaUni(Range("A2").Value, Range("B2").Value,
    Range("C2").Value)
End Sub
```

Obtenemos una sucesión de número enteros aleatorios únicos en un intervalo.

	A	B	C
1	Límite Inferior	Límite Superior	Cantidad de números
2	1	49	6
3			
4	Sucesión:	19 43 33 42 45 34	
5			
6		Generar	
7			
8			

Figura 2.15. Macro creado en Excel mediante VBA para generar números aleatorios únicos dentro de un intervalo.

En [97] hay un excelente artículo en el que se desarrolla metodologías y ejemplos muy visuales para hacer simulación de Monte Carlo con Excel.

Para generar números aleatorios en R disponemos de funciones según queramos que sea mediante una distribución u otra. Algunas de las más importantes son las siguientes [88]:

`rbinom(m,n,p)`: para generar una muestra aleatoria de tamaño m de una binomial con parámetros n, p .

`rpois(n,a)`: genera una muestra aleatoria de tamaño n de una Poisson de media a .

`rhyper(m,D,N-D,n)`: genera una muestra de tamaño m de una distribución Hipergeométrica con parámetros D, N, n .

`rnbinom(m,n,p)`: muestra de tamaño m de una binomial negativa con parámetros n, p .

`rnorm(n,a,b)`: muestra aleatoria de tamaño n de una normal de media a y desviación típica b (por defecto $a=0, b=1$).

`runif(n,a,b)`: n variables aleatorias uniformes entre a y b (por defecto $a=0$ y $b=1$).

En R también se puede simular el muestreo aleatorio mediante la función `sample` y `sample.int` (<http://stat.ethz.ch/R-manual/R-patched/library/base/html/sample.html>). Dado una serie de podemos generar una muestra de un tamaño determinado, con o sin remplazamiento, aleatoria simple o asignando un peso a los diferentes elementos de la población.

En [98] hay unos ejemplos muy interesantes sobre la aplicación de la simulación en distribuciones muestrales aplicando diferentes paquetes de R.

Regresión lineal

Con R podemos simular la regresión lineal creando funciones de este tipo:

```
> RegL1 <- function(n,v){
+ x <- rnorm(n*v)
+ dim(x) <- c(n,v)
+ y <- rnorm(n)
+ lm(y~x)
+ }
```

Podemos lanzar la función invocando `RegL1(100,5)`, en este caso 5 variables de tamaño 100. Cuando vemos los resultados del ajuste observamos que no suele ser muy buenos dando como resultado que las variables observadas no explican bien la variable dependiente como era de esperar (y se ha generado independientemente de las x).

```
> summary(RegL1(100,2))
```

```
Call:
lm(formula = y ~ x)
```

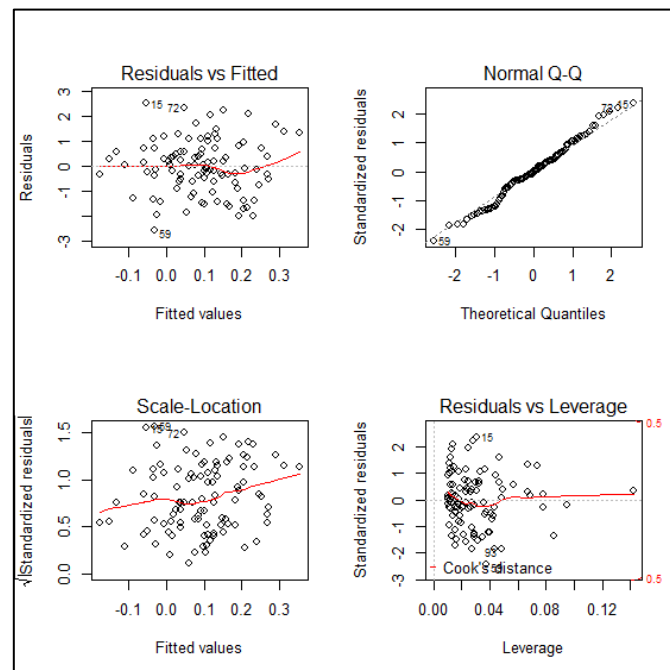
```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.45678 -0.85629  0.05656  0.71711  2.36204
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.12544    0.11047  -1.135   0.259
x1           0.07169    0.10320   0.695   0.489
x2           0.06515    0.11013   0.592   0.556
```

```
Residual standard error: 1.085 on 97 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.00926,    Adjusted R-squared:  -0.01117
F-statistic: 0.4533 on 2 and 97 DF,  p-value: 0.6368
```

Podemos también visualizar los supuestos:

```
> par(mfrow=c(2,2))
> plot(RegL1(100,2))
```



Si generamos la variable y en función de las variables observadas x , por ejemplo mediante la siguiente función, obtenemos resultados diferentes:

```
> RegL2 <- function(n,v,z){
+ x <- rnorm(n*v)
+ dim(x) <- c(n,v)
+ x1<-cbind(rep(1,n),x)
+ e <- rnorm(n)
+ y <- x1%*%z+e
+ lm(y~x)
+ }
> z<-c(1,5,20)
```

```
> f2<-RegL2(100,2,z)
```

Aquí y depende de x , en este caso de la siguiente forma $y = 1 + 5x_1 + 20x_2 + e$, donde e es una variable normal con media 0 y desviación típica 1 (error). El ajuste en este caso es mejor los parámetros se ajustan bastante a la ecuación anterior.

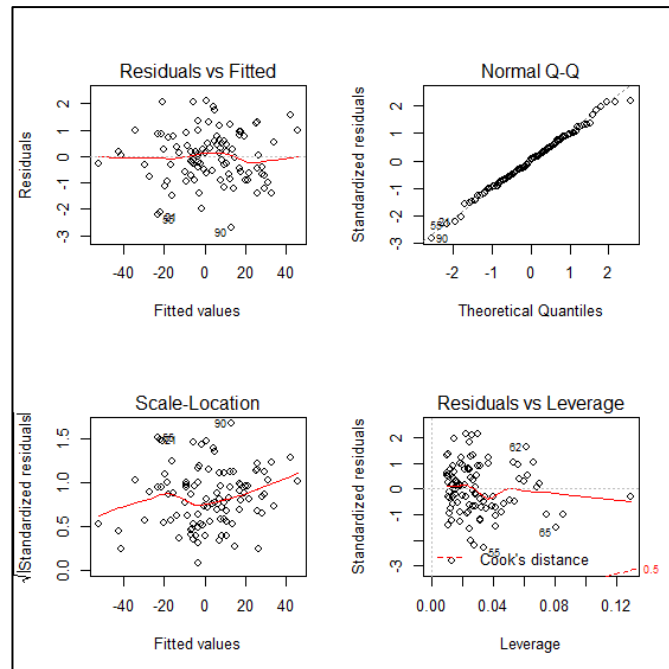
```
> summary(f2)
> plot(f2)
```

```
Call:
lm(formula = y ~ x)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.60460 -0.70362  0.05611  0.65070  2.44961
```

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    1.2783     0.1130   11.31  <2e-16 ***
x1              5.1264     0.1236   41.47  <2e-16 ***
x2             19.9407     0.1146  174.04  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 1.125 on 97 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9969,    Adjusted R-squared:  0.9969
F-statistic: 1.585e+04 on 2 and 97 DF,  p-value: < 2.2e-16
```



Otras aplicaciones

Existen multitud de aplicaciones y recursos para la simulación a través de applets, programación o paquetes estadísticos. Algunos otros pueden ser:

- Distribución t de Student: podemos demostrar las propiedades de la distribución también a través de programación o mediante alguna herramienta estadística concreta.
- Distribución binomial. Se puede empezar la parte con una simulación física antes de hacerla en computador pidiendo a cada estudiante que lance una moneda 10 veces y analizando la distribución de número de caras.
- Bondad de ajuste, para diferentes modelos.
- Probabilidad condicional: <http://setosa.io/conditional/>

Una forma de simulación muy efectiva es a través de juegos estadísticos. Mediante la simulación de juegos de azar se puede analizar probabilidades, distribuciones y realizar análisis más exhaustivos. Una aplicación muy interesante es StatGames de Gary Smith de la facultad de Económicas de la Universidad de Pomona:

<http://economics-files.pomona.edu/GarySmith/StatSite/framepg.html>



Figura 2.16. Aplicación StatGames de juegos estadísticos.

Otro recurso online donde podemos ver los juegos estadísticos es en SOCR:

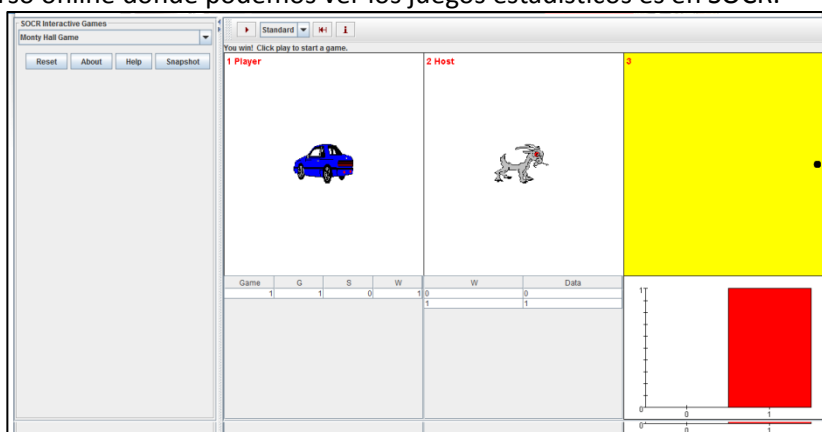


Figura 2.18. Ejemplo de juego estadístico en SOCR.

2.8. Técnicas y estrategias

Existen diferentes tipos de tecnología utilizada para la enseñanza de estadística. Según GAISE [39]:

- Calculadoras gráficas
- Paquetes estadísticos
- Software educativo
- Applets
- Hojas de cálculo
- Métodos de simulación por ordenador
- Material multimedia
- Test de pruebas o evaluación por ordenador.

En la propia web nos podemos encontrar multitud de estos recursos en forma de depósitos de datos, textos online, rutinas de análisis de datos, podcasting, sistemas de respuesta automática, etc. [40]

Un ejemplo interesante utilizado en el aula es sistema de respuesta personal (PRS), también llamado sistema de respuesta de audiencia, sistema de respuesta estudiantil o sistemas clickers [41].

Una característica importante del desarrollo de las nuevas tecnologías es el potencial de internet para compartir información de una manera muy sencilla. Herramientas y recursos de sociales como blogs, redes sociales, wikis y marcadores sociales cada vez son más populares. La Wikipedia y entornos wiki son muy útiles en el aprendizaje colaborativo ya que ofrecen más oportunidades para la comunicación, la retroalimentación, la reflexión y la revisión de material. Las diferentes actividades wiki de escritura colaborativa, glosarios, discusión de asuntos, pueden servir como proyectos o métodos de evaluación, y el alumnado hace un trabajo importante de crítica y auto reflexión.

Ya es habitual que en los cursos presenciales se utilice tecnología para complementar o mejorar enseñanza mediante ejercicios interactivos o demostraciones. Son los llamados cursos híbridos o b-learning, que mezclan las clases presenciales con material en línea [42].

Se observa que hay un desarrollo de contenidos pedagógicos con el mismo modelo de colaboración del software de código abierto, una especie de open-source didáctico [102].

En los últimos años ha surgido de una manera masiva el concepto de cursos en línea masivo y abierto (*Massive Open Online Course*, MOOC). En menos de cinco años numerosas iniciativas, tanto privadas como institucionales están desarrollando este tipo de cursos. Proyectos como MiriadasX o Coursera están teniendo muchísimo éxito en Internet [Ver MOOC en pág. 54].

3. RECURSOS E-LEARNING

3.1. Tipos de recursos

Gracias a Internet disponemos de la posibilidad de difundir y acceder a información de toda clase evitando posibles barreras tanto físicas como temporales. En número de recursos disponibles en la red ha aumentado drásticamente en estos últimos años, siendo ya prácticamente imposible recopilarlos y estar actualizado constantemente de cada novedad. Esto que puede parecer en un principio como algo positivo al final se acaba convirtiendo en una mar de dudas y hace que el propio estudiante se encuentre abrumado de tanto material disponible. El alumno demanda recopilación de este material para que le sea más fácil centrarse en lo que realmente le interesa.

Los recursos existentes los podemos clasificar de diversas formas. Si nos fijamos en el continente o estructura pueden ser [43]:

- Colección de actividades
- Conjuntos de datos
- Applets web
- Material de texto enriquecido
- Elementos de evaluación
- Material multimedia: audio, video, imagen, animación

Una clasificación por finalidad de los recursos estadísticos disponibles en la web puede ser [4]:

- Cursos y conferencias sobre estadística online.
- Repositorio y materiales de enseñanza y aprendizaje.
- Diferentes tipos de recursos en línea como actividades de exploración, simulaciones, representaciones gráficas interactivas o conjuntos de datos.
- Repositorios y recursos de web de datos especialmente diseñados o seleccionados para la enseñanza.
- Libros de texto de estadística en línea de libre disposición.
- Recursos relacionados con la alfabetización estadística con el fin de promover la cultura estadística en forma de revistas, blogs, sitios web, etc.
- Material sobre la historia de la estadística con el propósito de añadir interés al tema.
- Revistas electrónicas en educación estadística de acceso gratuito.
- Material para la visualización de datos que ayudan a esclarecer demostraciones y conceptos estadísticos con ejemplos. En este sentido también con el fin de transmitir y comunicar de una manera eficaz datos y estadísticas.
- Applets de conceptos teóricos y técnicos estadísticos mediante demostraciones interactivas o simulación.

En este último punto existe una variedad inmensa de recursos. Lo normal es que el propio estudiante ensaye y experimente conceptos estadísticos a través de applets. Normalmente suelen estar basados en Java [44], un lenguaje independiente de la plataforma o de la

arquitectura de la computadora ya que se ejecutan sobre una máquina virtual (por lo tanto, cualquier applet de Java podría ejecutarse en cualquier sistema operativo o navegador con la única condición de tuviese instalado una máquina virtual de Java, JVM). En www.causeweb.org disponemos de multitud de ejemplos y en el apéndice indicamos algunos según el tipo: [Apéndice 8.4. Recursos de referencia].

3.2. Ejemplos de recursos ya no disponibles

Desde mediados de los años noventa que empezó a masificarse el acceso a Internet se han desarrollado proyectos conjuntos o individuales que apoyan la enseñanza en el área de estadística. En estos últimos años se han desarrollado acciones y proyectos en diversas universidades o instituciones con más o menos éxito. En esta sección vamos a mostrar algunos de estos proyectos que se realizaron en su momento y que por una u otra causa ya no existen o se han quedado parados, pero que han sido muy interesantes y han servido como modelo o referencia para iniciativas posteriores. Indicaremos también posibles causas de su estancamiento que sirvan para tener en cuenta en actuales o futuros desempeños. En la siguiente sección mostraremos recursos actuales que han surgido recientemente o que siguen funcionando desde hace años.

*MM*STAT*

El proyecto multimedia MM*STAT fue desarrollado por Hardle y Ronz en 2001 en el Instituto de Estadística y Economía en la universidad de Humboldt en Berlín para disponer de una herramienta adicional para la enseñanza de la estadística. La idea de MM*STAT fue recoger directamente el conocimiento de la escuela secundaria y luego continuar con los conceptos básicos del análisis de los datos gráficos. Se basaba en unas fichas con las definiciones, formulación y gráficos vinculados. Además poseía de contenido extra para ampliar conocimientos. Estaba desarrollado en HTML y JavaScript y fue traducido a trece idiomas. Había ejemplos interactivos y se podía crear y ejecutar código propio bajo el acceso a servidores con XploRe (software estadístico de la compañía MD*TECH ya no disponible). Ofrecía ventajas sobre los libros de textos tradicionales ya que disponía de una variedad de ejemplos y problemas mayores y, además, se podía hacer ejemplos en línea variando diferentes parámetros. Disponía de un glosario muy útil al que se podía acceder en cualquier momento. También había preguntas con opción múltiple y resultados en tiempo real a los estudiantes.

Actualmente esta herramienta no está disponible. La falta de asistencia del servidor XploRe, la aparición de nuevas herramientas y el no desarrollar actualizaciones para nuevas tecnologías en auge, como nuevas versiones de navegadores, ocasionaron su desaparición. Además, se observó que, aunque en su momento proporcionaba una mejora clara con respecto al tradicional libro de texto, no se vieron evidencias nítidas en la mejoría por parte del alumnado.

*MD*BOOK*

Desarrollado por el mismo equipo que el anterior, se desarrollaron libros electrónicos en formato LaTeX y con una tecnología muy similar a la de MM*STAT. Utilizaban también un servidor XploRe para generar y consultar ejemplos y ejercicios. En principio parecía que tanto aspectos como la navegabilidad y la usabilidad eran bastantes correctos, con un GUI [45] muy visual; pero al igual que MM*STAT la falta de mantenimiento y el no desarrollo de nuevas mejoras y la no adaptabilidad a nuevos soportes propicio su desaparición. En este caso ya se empezaban a ver algunas mejoras estudiantiles [16].

DOSS@d

Desarrollado en la universidad de Okayama en Japón por el equipo de Yuichi Mori. Es un sistema estadístico que incluye tres módulos:

- DoLStat@d (Data oriented Learning System of Statistics), sistema de aprendizaje orientado a estructura de datos con varios cursos divididos en diferentes categorías. Cada curso contiene conjuntos de datos reales con propósitos educativos y ordenados según una orientación específica.
- DoDStat@d (Data oriented Database of Statistics), conjunto de datos reales. Cada conjunto de datos contiene diversa información como formato, atributos, descripción de campos o histórico de análisis. Los usuarios pueden seleccionar un subconjunto de estos datos mediante diversos filtros.
- DoAStat@d (Data oriented Analysis System of Statistics), aplicación de análisis para cualquier conjunto de datos incluido en DODStat@d o proporcionados por el propio usuario. El sistema ejecutaba análisis de datos usando R y XQS (XploRe Quantlet Server) mediante comunicación de archivos XML.

Aunque esta herramienta está disponible actualmente en la siguiente URL: <http://mo161.soci.ous.ac.jp/@d/index.html>, se ve que hay cierto abandono en la web y que lleva sin actualizarse desde hace tiempo. Además, como pasaba en los casos anteriores, los servidores de XQS y R ya no están disponibles, por lo que hace que este recurso, salvo apartados muy específicos, no sea realmente muy útil.

STATISTICAL LAB

Statistical Lab es una herramienta interactiva gratuita diseñada tanto para apoyar la enseñanza estadística como para facilitar la simulación y resolución de problemas estadísticos. Hay disponibles versiones en alemán y en inglés y su orientación es fundamentalmente para cursos de posgrados.

Statistical Lab utiliza R para calcular y visualizar datos. La interfaz gráfica de usuario está diseñada para hacer que las relaciones complejas estadísticas sean fáciles de entender. Aparecen tablas de datos, de frecuencias, números aleatorios o matrices en una hoja de

cálculo estadística de fácil manejo que permite a los usuarios ejecutar cálculos, realizar análisis y simulaciones.

Aunque la herramienta funciona correctamente y está disponible en www.statistiklabor.de, lleva desde 2008 sin actualizarse.

NEUE STATISTIK

Neue Statistik (www.neuestatistik.de) es una plataforma de enseñanza estadística multimedia desarrollado por la universidad Freie de Berlín. El objetivo era sustituir el modelo formal y matemático en la educación de estudiantes de pregrado por un enfoque más práctico y orientado a los problemas, utilizando principalmente el uso de animaciones, gráficos y videos. Forma parte del sistema Statistical Lab (Statistiklabor) basado en R.

Como el anterior lleva unos años sin actualizarse, y además, únicamente está disponible en alemán.

e-STAT

El objetivo del proyecto e-stat era crear un aporte significativo para la mejora de la enseñanza de la estadística práctica. Los módulos de contenido se distribuían mediante XML por los colaboradores del proyecto, una asociación de nueve universidades alemanas. Se definió un protocolo de formateo XML. El usuario no era únicamente el estudiante sino cualquier persona interesada en la materia. Se incluía diferentes métodos y formas así como diferentes niveles de dificultad y profundidad del tema.

En el proyecto hubo tanto problemas técnicos como de contenido. Por un lado se requería de un conocimiento un tanto elevado a nivel de XML para desarrollar los diferentes módulos. Además, una buena idea, como proporcionar diferentes niveles de dificultad a la hora de desarrollar un tema, al final llevaba a que no se completase en la mayoría de las ocasiones. La herramienta ya no está disponible.

Q&A

El sistema Q&A proporcionaba un entorno interactivo para la preparación de exámenes en los cursos de pregrado de estadística [46]. Se presenta al estudiante problemas de respuesta múltiple. En lo que se basa el método es en analizar las posibles respuestas y ofrecer pautas y ayudas según el tipo de error que cometa el alumno.

El problema de este método fue que la idea básica de Q&A era que el estudiante invierta tiempo en pensar en la respuesta correcta para cada ejercicio, sin embargo, un análisis de los archivos de registro generados reveló un comportamiento opuesto. En lugar de seleccionar cuidadosamente una respuesta, el estudiante solía hacer clic en las diferentes posibilidades hasta que encontraba la correcta. Además Q&A requería una importante carga de trabajo para

el docente, ya que por cada error común se tenía que generar una referencia con consejos y comentarios.

Otras iniciativas que se han desarrollado han sido fundamentalmente páginas o libros web. Algunos de ellos actualizados a las nuevas tendencias y tecnologías pero hay otras tantas que son visiblemente obsoletas, aunque los contenidos sean correctos.

Un hándicap importante a la hora de desarrollar recursos electrónicos para el área de estadística es la diversidad de arquitecturas disponibles que conlleva una difícil actualización de los recursos, sobre todo cuando se hace por equipos distintos. A veces es más fácil copiar la idea y desarrollar de nuevo el proyecto.

3.3. Recursos actuales

Desde el principio de la enseñanza electrónica un recurso habitual ha sido el eBook. Podríamos decir que es el método alternativo electrónico al libro tradicional para la difusión y la lectura de información. En principio proporciona un aprendizaje enriquecido a un coste reducido. Hay tres aspectos que le proporcionan un valor añadido: hipermedia, multimedia y metadatos.

Un problema con relación a los eBook, que paulatinamente está solventándose, es que hubo en un principio una barrera a su uso por parte del usuario y su uso se ha focalizado en manuales de referencia como diccionarios o enciclopedias. Esto está cambiado de una manera sustancial, hasta tal punto que en algunos usos, como el de referencia, ya casi no tiene sentido material impresos. Es importante también no descuidar su contenido ni diseño por parte del editor o del autor menospreciando su calidad.

SOCR

SOCR es un recurso gratuito interactivo accesible a través de Internet para la exploración, modelado, análisis e interpretación de datos. Fue diseñado por la universidad de California, Los Ángeles, en el 2006 por el equipo dirigido por el profesor Ivo Dinov [47]. SOCR incluye herramientas y recursos basados en applets interactivos como aplicaciones de cálculo y gráficas para la docencia de cursos estadísticos. Su filosofía es una herramienta abierta y ampliable por parte de la comunidad educativa.

SOCR se comprende de una jerarquía de apoyos interactivos en línea. Es una de las colecciones más grandes de applets de Java. Muy útil para el aprendizaje interactivo, la motivación, la modernización y la mejora del modelo de enseñanza estadística. Promueve el aprendizaje activo y práctico, con el estudiante como agente centra en el proceso de aprendizaje.

Es una herramienta desarrollada hace ya unos años y eso se nota en su diseño y navegabilidad. La web y los applets no han sido adaptados a las nuevas versiones y dispositivos actuales. En

algunos casos el entorno no responde con la precisión deseada y se pierden detalles en la pantalla.

SOCR se compone de siete categorías: modelado de distribuciones, experimentos visuales, análisis estadísticos, juegos, modelado de datos, gráficas estadísticas y herramientas adicionales. Algunas de estas características, como los juegos, facilitan la abstracción y representación mental de problemas, se puede añadir parámetros, observar resultados, comparar características muestrales y de población, etc. Además de su uso para conceptos básicos estadísticos como el modelado de distribuciones, dispone de otras funciones para temas más avanzados como modelo lineal, análisis de potencia en contrastes de hipótesis, ratio de verisimilitud, modelos mixtos, integración estocástica, movimiento browniano, cadenas de Markov, métodos de Monte Carlo, análisis multivariante, problemas de clustering y clasificación, etc. El enfoque de uso es mediante ensayo y error, haciendo variaciones en la entrada de datos o en los parámetros y viendo resultados. Un añadido de SOCR es la generación de datos al azar para los diferentes módulos y casos, con lo que se puede observar con multitud de variaciones. Las gráficas que disponen son bastante claras y abundantes. Dispone también de otros recursos adicionales como calculadora de distribución de alta precisión, tablas estadísticas, o procesado y modelado de señal.

Diversos estudios han mostrado que el uso de los applets de SOCR mejora notablemente el rendimiento del estudiante, incrementa además la satisfacción y motivación por parte del alumno y su manejo con las tecnologías [48].

El hecho de que esté desarrollado con applets de Java hace que sea independiente de la plataforma utilizada, además de tener unos requerimientos básicos muy bajos.

Actualmente SOCR se sigue desarrollando y cada vez se establecen sinergias con otros proyectos de visualización de datos volumétricos o delineación de imágenes. Las últimas novedades se pueden consultar en http://wiki.stat.ucla.edu/socr/index.php/SOCR_News

MOODLE (www.moodle.org)

Moodle es un sistema de gestión de cursos o entorno virtual de aprendizaje libre, diseñado usando unos sólidos principios pedagógicos que facilita a los educadores crear comunidades de aprendizaje en línea de una manera eficaz. Fue creado bajo licencia GNU GPL [49] por Martin Dougiamas, administrador de otro entorno comercial (WebCT) en el año 2002. Aplica las ideas constructivistas en el diseño de la herramienta. Es una herramienta en constante evolución y expansión, habiéndose traducido ya en más de 80 idiomas. Numerosas universidades e instituciones la están utilizando, como la Universidad Abierta de Portugal, que empezó a usarlo en el año 2007 [50]. Algunos beneficios de Moodle son:

- Facilita la comunicación entre usuarios con salas de discusión, emails, chats, foros, videoconferencias.
- Dispone de potentes herramientas para realizar procesos de evaluación.
- Es fácil de usar y amigable.
- Se puede utilizar para resolver problemas en trabajo en grupo.

- Pueden almacenar material didáctico y gestionarlo.
- Disponibilidad de crear glosarios y FAQ.
- Creación de Wikis.

Algunas desventajas son, que al ser un software estándar, tiene algunas limitaciones y no es tan flexible. También implica una inversión de planificación por parte del profesorado.

Particularmente, en el área de estadística puede disponer de [51]:

- Cuestionarios online ajustables.
- Laboratorios matemáticos.
- Editores de ecuaciones.

R (www.r-project.org)

R es un lenguaje y entorno libre para computar y realizar gráficos estadísticos, desarrollado inicialmente por Ross Ihaka y Robert Gentleman en los años 90 con referencias al lenguaje S [52]. Es distribuido bajo licencia GNU GPL y entre otros está disponible para los sistemas operativos GNU/Linux, Mac OS o Windows. Dispone de una amplia variedad de herramientas estadísticas como modelos lineales y no lineales, test estadísticos clásicos, análisis series temporales, clasificación y clustering, etc. [53].

Algunos de los beneficios de R son:

- Es gratis y fácil de instalar.
- Es Open Source y multisistema.
- Sencillo en el manejo de datos.
- El lenguaje es fácil.
- Dispone de excelentes capacidades gráficas.
- Documentación abierta muy buena

Al ser un lenguaje de programación se puede desarrollar funciones y procedimientos personalizados y encapsulados en paquetes que permiten ampliar su configuración básica. A su vez es capaz de integrarse con diversos tipos de bases de datos. La capacidad gráfica es otro punto fuerte de R que tiene la capacidad de generar imágenes de alta calidad. Asimismo se puede integrar en plataformas virtuales de aprendizaje como Moodle. La versatilidad de R permite que se pueda ejecutar desde diferentes interfaces además de la línea de comandos. Algunos GUI o interfaces gráficas son RCommander, RExcel, RStudio. La mayoría de editores de textos e IDEs cuenta con soporte para el lenguaje R. Incluso puede ser invocado desde código script como Perl o Python.

La utilización cada vez más extendida de R entre la comunidad educativa ha provocado su difusión y uso generalizado entre los profesionales del sector. En los últimos años se han publicado comparativas de R con paquetes estadísticos comerciales como SAS, SPSS o Stata saliendo bastante bien parado, lo que provoca una seria amenaza potencial sobre estos

últimos [78], [79]. Incluso se están desarrollando soporte comercial para diferentes distribuciones, lo que lo hace muy competitivo a nivel profesional.

En el apéndice dejamos un listado de web relacionadas con R [Apéndice 8.5. Recursos para R].

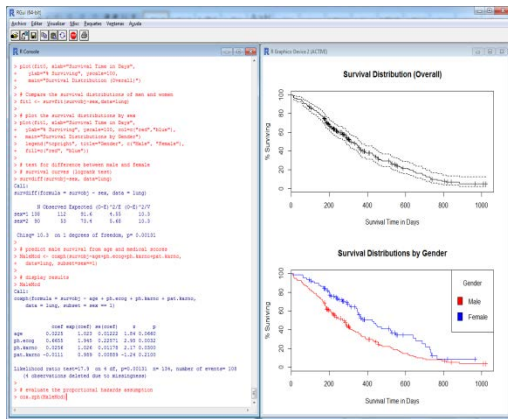


Figura 3.1. R bajo Windows 7

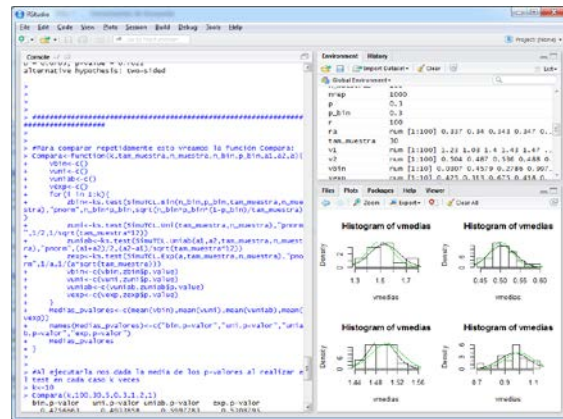


Figura 3.2. R bajo la interfaz RStudio en W7

MOOC

El concepto de MOOC o Cursos en Línea Masivos Abiertos conocido como tal es relativamente reciente pero desde el año 2008, que se acuña por primera vez el término, ha tenido una repercusión e interés en el campo de la enseñanza online muy grande. Numerosas universidades e instituciones educativas están desarrollando diferentes tipos de MOOC dentro de sus propuestas didácticas. En España y Portugal, la mayoría de las universidades ya cuentan con cursos online masivos y gratuitos, muchos de ellos dentro del campo de la estadística, y aunque la mayoría son de aspectos básicos de esta área como estadística descriptiva o probabilidad básica empiezan a surgir cada vez más oferta de cursos de estadística avanzada más específicos como Análisis Multivariante, Calculo Estocástico o Minería de Datos.



Figura 3.3. Curso MOOC de análisis de datos e inferencia estadística ofrecido por la Universidad de Duke a través de coursera

Actualmente existen proyectos conjuntos de desarrollo de MOOC entre diferentes instituciones y universidades, entre ellas destacamos las siguientes:

- MiriadaX (www.miriadax.net), impulsado por Universia como punto de conexión y espacio común de intercambio de conocimiento entre universidades de habla castellana y portuguesa.
- Wedubox (www.wedubox.com), iniciativa de colaboración abierta donde quien quiera puede subir sus cursos.
- Udacity (www.udacity.com), tiene como origen las clases de informática ofrecidas por la universidad de Stanford.
- Coursera (www.coursera.org), fue desarrollada por académicos de la universidad de Stanford y en la actualidad participan universidades de todo el mundo como la Universidad de Princeton, de Monterrey, Autónoma de Barcelona, Singapur, etc.
- EdX (www.edx.org), es una iniciativa de las universidades de Harvard y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) con la idea de ofrecer cursos online de contenidos avanzados. Actualmente el proyecto tiene la colaboración de otras tantas instituciones académicas como la Universidad de Berkeley de California o la Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong.
- Khan Academy (www.khanacademy.org), creado por Salman Khan estudiante del MIT, es también una pionera en este tipos de cursos.

Un reto que se ha detectado común dentro de este tipo de formación es la alta tasa de abandono en este tipo de cursos. Esto puede ser debido a diferentes razones:

- Existe una alta idealización por parte del estudiante a poder abordar numerosos proyectos y retos que luego deja a un lado por motivos de tiempo y programación de tareas.
- Como los cursos son abiertos no existen requisitos previos a la hora de matricularse en un curso y en muchos casos no se adapta al nivel del alumno, por exceso o por defectos.
- Al ser cursos masivos se desarrollan de una manera homogénea sin tener en cuenta la diversidad de conocimientos previos a quienes va dirigido.
- Hay multitud de cursos y en muchos casos la calidad del mismo es muy pobre o tiene grandes carencias de contenidos, diseño o comunicación.
- En muchos casos se detecta una falta de alfabetización digital previa necesaria por parte del público al que está dirigido.

Este tipo de cursos están teniendo mucha repercusión en numerosos medios y se ve en ellos como un fenómeno revolucionario en la formación a distancia online. En el siguiente apéndice señalamos algunos enlaces más sobre MOOC [Apéndice 8.6. Recursos y enlaces sobre MOOC].

EXCEL

Debido a ser una herramienta prácticamente omnipresente y conocida por prácticamente cualquier usuario de computadoras Excel puede ser una herramienta muy poderosa para

introducirse a la estadística descriptiva y probabilidad básica. Además, no son necesarios conocimientos elevados de programación para realizar algunos ejercicios y problemas. Es posible crear un entorno de aprendizaje amigable con una aceptación alta por parte del alumno. En una instalación básica de la aplicación se dispone por defecto de multitud de fórmulas y gráficas para realizar prácticas de frecuencia, medidas de tendencia central y de dispersión, distribuciones de probabilidad, tanto unidimensionales como bidimensionales, generación de números aleatorios o incluso cálculos de inferencia estadística.

Si instalamos las herramientas para el análisis o algún plug-in como XLSTAT (www.xlstat.com) o RExcel podemos utilizar Excel como un paquete estadístico avanzado para hacer análisis más complejos (ANOVA, multivariante, series temporales, etc.).

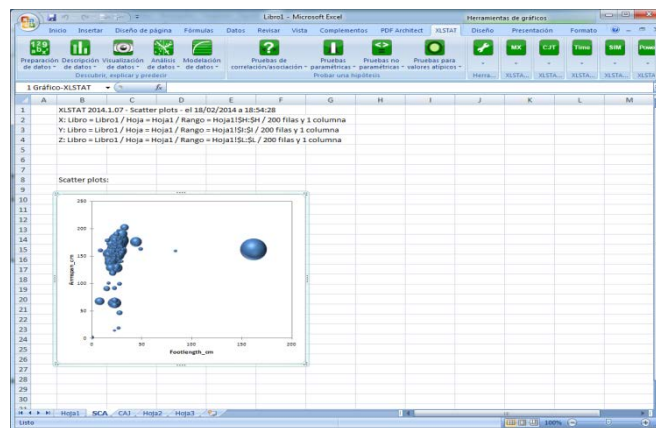


Figura 3.4. Excel 2007 con XLSTAT

SPSS

SPSS es un paquete estadístico creado en 1968 para grandes computadoras. Desde su creación ha pasado por diferentes distribuidores y desarrolladores siendo ahora propiedad de IBM. Es uno de los paquetes estadísticos más conocidos y usados en empresas de investigación de mercados y las ciencias sociales. Su interfaz sencillo pero potente capacidad de trabajo y análisis de datos lo hacen muy atractivo. Como inconvenientes tiene que no es libre, estando el coste de su licencia de uso orientado a un uso profesional, asequible a empresas con presupuestos altos al respecto. Además al ser una interfaz tipo GUI se queda más escaso en flexibilidad y limita la resolución de algunos tipos de problemas.

Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol	
1	localidad	N Numérico	1	0	Localidad	{1, Urbano}	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
2	sexo	N Numérico	1	0	Sexo	{1, Hombre}	Ninguna	4	Derecha	Nominal	Entrada
3	edad	N Numérico	2	0	Edad	Ninguna	Ninguna	10	Derecha	Nominal	Entrada
4	d1	N Numérico	1	0	D1 ¿Cuál de lo...	{0, No pose...	Ninguna	5	Derecha	Nominal	Entrada
5	f	N Numérico	2	0	F. La ley chil...	{1, No perte...	Ninguna	14	Derecha	Nominal	Entrada
6	r1	N Numérico	2	0	r1 - En relac...	{1, Si}	Ninguna	9	Derecha	Nominal	Entrada
7	i2_3curso	N Numérico	2	0	i2_ ¿Cuál es el...	{00, No resp...	Ninguna	19	Derecha	Nominal	Entrada
8	i2_3tipo	N Numérico	2	0	i2_ ¿Cuál es el...	{1, Básico}	Ninguna	22	Derecha	Nominal	Entrada
9	i23	N Numérico	2	0	i23. En cuanto...	{1, Estoy tr...	Ninguna	9	Derecha	Nominal	Entrada
10	p39_1	N Numérico	7	0	p39_1 En prome...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
11	p39_2	N Numérico	7	0	p39_2 En prome...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
12	p39_3	N Numérico	7	0	p39_3 En prome...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
13	p39_4	N Numérico	7	0	p39_4 En prome...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
14	p39_5	N Numérico	7	0	p39_5 En prome...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
15	p39_6	N Numérico	7	0	p39_6 En prome...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
16	p39_7	N Numérico	7	0	p39_7 En prome...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
17	p39_8	N Numérico	7	0	p39_8 En prome...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
18	p39_9	N Numérico	7	0	p39_9 En prome...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
19	p39_10	N Numérico	7	0	p39_10 En prom...	Ninguna	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
20	p40	N Numérico	2	0	p40. En cuanto...	{1, Vives ex...	Ninguna	3	Derecha	Nominal	Entrada
21	p42	N Numérico	2	0	p42 ¿Times de...	{1, Si}	Ninguna	3	Derecha	Nominal	Entrada
22	p43	N Numérico	8	0	p43. Aproximada...	{9999999, N...	Ninguna	2	Derecha	Nominal	Entrada
23	p45_1	N Numérico	1	0	p45_1 Tarjeta de...	{1, Tarjeta d...	Ninguna	9	Derecha	Nominal	Entrada
24	p45_2	N Numérico	1	0	p45_2 Tarjeta de...	{1, Tarjeta d...	Ninguna	9	Derecha	Nominal	Entrada

Figura 3.5. Pantalla de definición de variables en SPSS

3.4. Futuro y nuevas tendencias

Nuevos dispositivos físicos como tabletas, smartphones, o pizarras digitales cada vez son más accesibles por la comunidad educativa, y cada vez hay más recursos de aprendizaje para estos instrumentos que se pueden adaptar a la formación. Estos permiten interactuar y desarrollar nuevas herramientas y formatos estadísticos cada vez más visuales como las infografías [Figura 3.6], las nubes de palabras o tag clouds (http://en.wikipedia.org/wiki/Tag_cloud) o los gráficos de acordes o Chord Diagram (<http://bl.ocks.org/mbostock/4062006>).

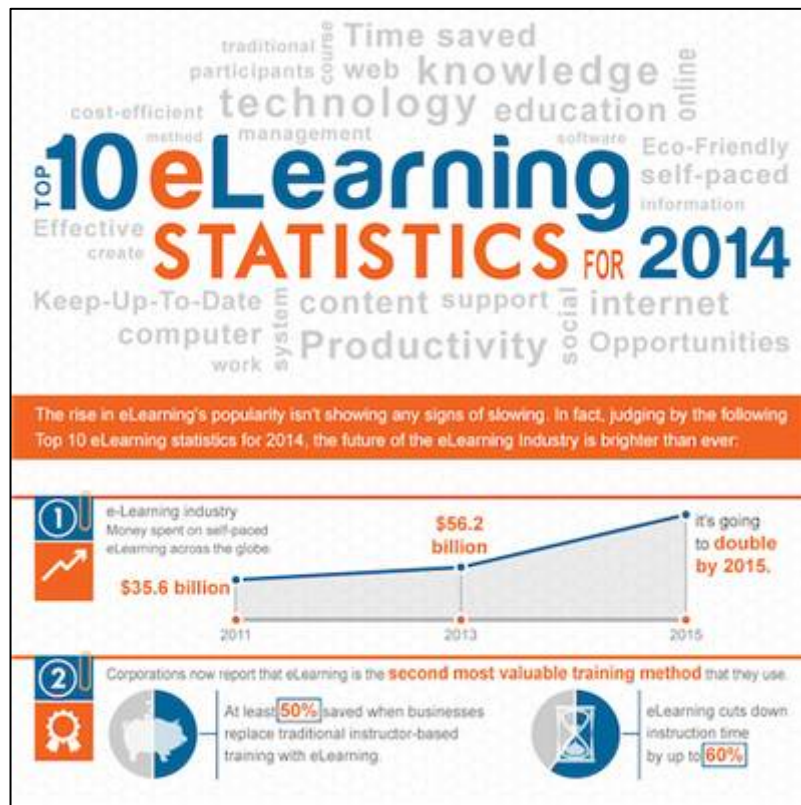


Figura 3.6. Infografía sobre el e-learning

<http://elearningindustry.com/top-10-e-learning-statistics-for-2014-you-need-to-know>

Las mejoras de las técnicas gráficas y visuales también son una potente herramienta para explorar y analizar datos, centrándose en la interpretación y comprensión de conceptos y no en la mecánica computacional. Recientemente la animación o visualización animada ha surgido como una poderosa técnica con un enorme potencial. Herramientas como Gapinder (<http://www.gapminder.org/>) de Hans Rosling están revolucionando la forma de entender las estadísticas [Figura 3.7] como bien explica en este video:

http://www.ted.com/talks/hans_rosling_shows_the_best_stats_you_ve_ever_seen.html

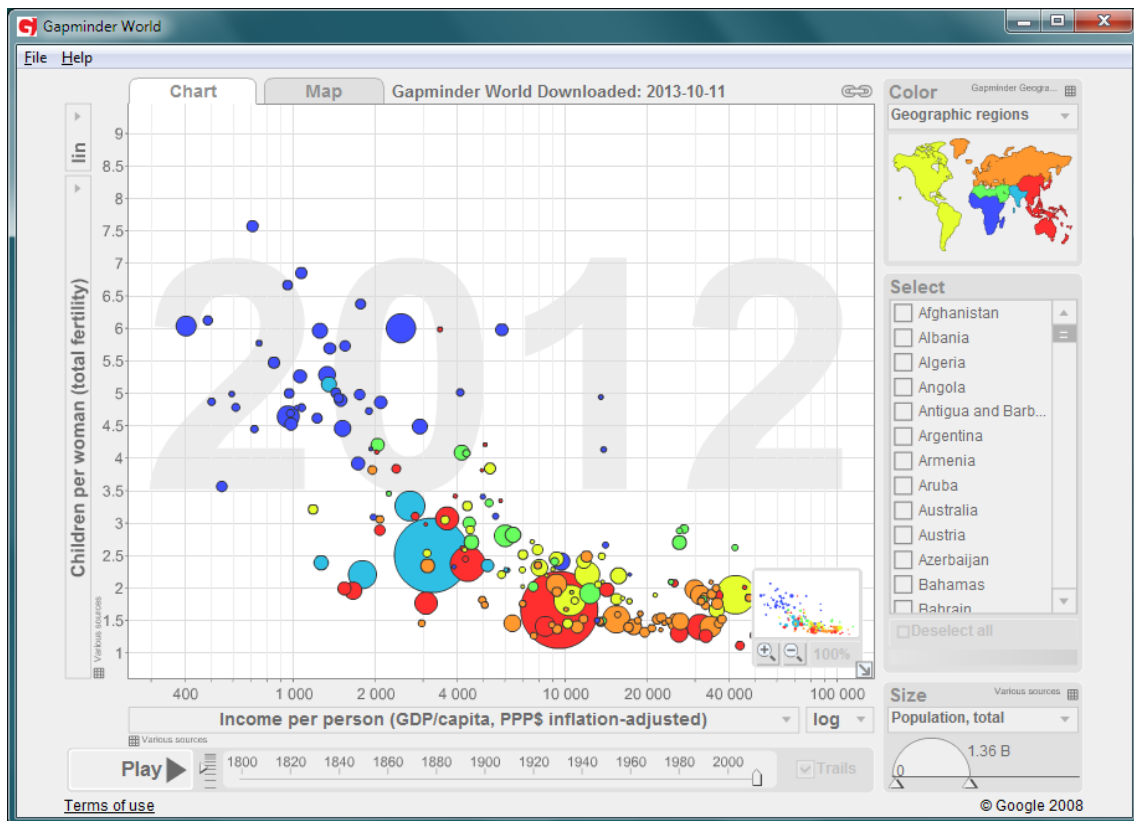


Figura 3.7. Aplicación Gapminder Worls para la animación de datos estadísticos.

También se ha visto un aumento significativo en los últimos años de recursos gratuitos online para matemáticas y estadística; se están creando sistemas de archivos compartidos multimedia y las universidades están desarrollando sus propios open course ware.

Aun así, resultados como los del MEL indican que hay una percepción por parte del profesorado de que el EEES implica cambios significativos en la metodología y desarrollo de los cursos, aunque el nivel de adaptación actual es muy bajo, aun siendo la implicación de las instituciones alta [24]. Y con respecto a la integración del software matemático-estadístico en la docencia los resultados son muy similares. Es por ello que además de introducir nuevas medidas y recursos haya un cambio de mentalidad a la hora de desarrollar cursos estadísticos. Por ejemplo, es curiosa la forma de vincular películas y series de televisión con temas estadísticos como hace el siguiente docente: <http://elearningstuff.net/2007/09/14/teaching-statistics/>

4. EXPERIENCIAS EN UNIVERSIDADES

4.1. Diferencias Europa Vs. América

El segmento de la educación electrónica online ha sido el de mayor crecimiento en el sector de la educación en EEUU, a un ritmo de cerca del 20% anual en los últimos años [54]. En cambio, en Europa, salvo en el caso de Finlandia, este crecimiento parece haber sido mucho menor. Una de las razones de estas diferencias es que las iniciativas puestas en marcha en EEUU, en general, han tenido más éxito que realizadas en universidades Europeas. Por otro lado, en EEUU hay una cultura de desarrollo continua en áreas tecnológicas dentro de las diferentes instituciones educativas, hecho que no pasa en Europa, donde la evolución es más escalonado y discontinua, posiblemente debido a un mayor número de trabas burocráticas [55]. En Europa, las primeras implantaciones de cursos online fueron en las universidades a distancia, en cambio en EEUU las universidades tradicionales parecen dominar el mercado de este tipo de educación. Podemos identificar los siguientes argumentos a favor del mayor desarrollo en EEUU de la educación online frente a Europa [56]:

- Las distancias son mayores en EEUU y por lo tanto existe más distancia entre las universidades. Es más frecuente en EEUU que al ir a la universidad tengas que trasladar tu residencia, por lo tanto parece más predispuesto que se utilice la educación online en EEUU que en Europa.
- Una mayor presencia de la universidad privada en los EEUU, dónde debido a la competitividad existente desarrollan nuevas y mejores plataformas para sus potenciales clientes, como son las plataformas virtuales y la oferta de educación online.
- En Europa los cambios y reformas educativas son más lentos, además de detecta un mayor escepticismo al valor de la educación online. En general se demanda más evidencias empíricas.
- Existe más interés y más inversión en el desarrollo tecnológico en las facultades Norteamericanas.

A esto le pódenos añadir una diferencia no despreciable en el acceso de la población a Internet, siendo un 78% en EEUU frente a un 63 % en Europa [57].

A pesar de estos datos se supone que cada vez habrá un aumento mayor en la demanda de la educación online y por lo tanto un aumento de la oferta. Se observa que hay una tendencia cada vez mayor a aprender en cualquier lugar y en cualquier momento (*learn anywhere, anytime*) [58].

Un caso atípico en Europa ha sido Finlandia, donde el acceso a la banda ancha se ha establecido como un “*derecho legal*” [59]. Esto ha hecho que en Finlandia el acceso a recursos electrónicos en la educación fuese mucho mayor que en el resto de países del viejo continente. Se están dando voces en el parlamento europeo que reclaman que el acceso a Internet debía ser un “*derecho humano fundamental*” [60].

Por ahora parece que la tendencia es que en EEUU se enfoquen a un e-learning puro, sin apoyo presencial, y en Europa es más a un apoyo a la educación presencial o b-learning (blended learning) [61].

A continuación describiremos el caso de algunas universidades concretas.

4.2. UOC

La UOC, Universitat Oberta de Catalunya (www.uoc.edu), es una universidad totalmente online fundada en 1995 con sede en Barcelona, España. Se creó con la misión de proveer aprendizaje y educación permanente a través del uso intensivo de las tecnologías de la información y la comunicación. Tiene matriculados más de 60.000 alumnos en programas de pregrado y posgrado. El perfil del alumno es un estudiante de más de 30 años con residencia en España o América Latina. Dispone de más de 3.500 profesores y personal docente y más de 500 de personal administrativo. Su modelo de educación es mediante comunicación asíncrona con un modelo educativo centrado en el estudiante. Ofrece más de 30 grados y máster acreditados ofrecidos a través del Campus Virtual de la UOC, un sistema de gestión (LMS) propio completamente desarrollado y mantenido de forma interna adaptado a las necesidades de los estudiantes y los profesores. Algunos estudios como Informática, Administración y Dirección de Empresas, Psicología, Telecomunicaciones o Ingeniería Eléctrica ofrecen en su plan de estudios cursos de estadística. La UOC apoya y financia proyectos innovadores para desarrollar cursos, material y repositorios de contenidos de matemáticas y estadística de alta calidad [25], [62].

El modelo de funcionamiento es que el estudiante accede al campus y desde ahí puede descargarse tanto el programa como el material didáctico así como diversos recursos educativos. No hay más de 50 alumnos por cada curso y cada uno dispone de un profesor que ofrece orientación y apoyo. El material didáctico disponible ha sido diseñado y escrito cuidadosamente por los profesores. El programa incluye objetivos, metodología y sistema de evaluación, así como plazos de entrega y preparación para los exámenes. Cada curso dispone de foros de discusión para fomentar el aprendizaje colaborativo. En todos los cursos se utiliza el sistema de evaluación continua mediante la cumplimentación de entre 4 y 6 actividades a lo largo del semestre y un examen final presencial. Las tareas entregadas a lo largo del curso son seguidas y corregidas por los profesores. Algunas de estas tareas son individuales y otras se realizan en pequeños grupos.

A nivel particular, en los cursos ofrecidos por la UOC de estadística, se utilizan recursos específicos como la utilización del software estadístico y matemático como Wiris, Matlab, Minitab o R. Estos cursos tienen una orientación muy profesional centrándose más en las aplicaciones profesionales que en la teoría matemática.

Se han detectado en los cursos de estadística que el aprendizaje de conceptos matemáticos y estadísticos online son complejos, sobretodos para el perfil de alumno de esta universidad.

Esta asignatura suele ser un área transversal en sus estudios. Normalmente es debido a una falta de fundamentos estadísticos y matemáticos. Esto provoca al estudiante una cierta ansiedad que desemboca en desmotivación. Es importante atajar este problema mediante cursos introductorios en TIC y conceptos básicos matemáticos [20].

La clave del éxito de estos cursos está en un uso óptimo por parte del docente de los diversos recursos disponibles como son las presentaciones dinámicas, los tutoriales y los laboratorios, las simulaciones, los debates conceptuales así como el fomento de la interacción y la colaboración con otros estudiantes. El seguimiento por parte del profesor a sus alumnos y el establecer un feedback con ellos es otro aspecto fundamental. Es importante también que el proceso de evaluación tenga un nivel de dificultad coherente con el curso dado. Así como que el material didáctico esté bien estructurado acorde con los contenidos. Se debe integrar con otros recursos disponibles en Internet y usar software específico.

Es interesante ver cómo han evolucionado los cursos de estadística en la UOC desde su puesta en funcionamiento en 1996. Podemos establecer las siguientes etapas [29]:

- Etapa 1 (1996-1999): Aplicación directa del modelo presencial. Los materiales eran los libros tradicionales con algún documento puntual en HTML o PDF y algún video. Era evidente un nuevo enfoque metodológico.
- Etapa 2 (2000-2004): Uso de tecnologías y metodologías innovadoras. Se prueba diversos enfoques con el objetivo de mejorar la calidad general del proceso de aprendizaje. Se desarrolla un proyecto de desarrollo de materiales en línea (e-Math, www.uoc.edu/in3/e-math). Publicación de material en línea y se promueve el uso de software específico.
- Etapa 3 (2005-2008): Redefinición de los programas universitario con un enfoque de arriba hacia abajo. Se hace una especial atención al software matemático y applets de Java fundamentalmente para realizar cálculos reales y comprender conceptos mediante la experimentación y la visualización. Se redefine completamente los planes de estudios con un enfoque Top-Down (a partir de asignaturas finales se desciende a sus precedentes). Se identifica principales dependencias entre materias y se redefinieron todas las asignaturas con enfoque práctico.
- Etapa 4 (2009-2013): Adaptación al EEES. Revisión de todos los cursos de pregrado y posgrado adaptados a las nuevas directivas de la UE: redefinición del proceso de evaluación focalizándola en la evaluación de las competencias, tanto transversales como específicas, fomentando aprendizaje colaborativo mediante proyectos en grupo, cursos en inglés para fomentar movilidad entre universidades europeas.

4.3. UAb

La Universidade Aberta de Portugal (www.uab.pt) fue fundada en 1988 en Lisboa, Portugal, como un pionero en la educación superior de larga distancia con la misión de formar a un público amplio y geográficamente disperso. Proporciona formación a estudiantes de lengua Portuguesa de más de 20 países. Cuenta actualmente con más de 12.000 estudiantes y más de 10.000 estudiantes graduados y dispone de una plantilla de más de 150 profesores e investigadores. Tiene su sede en Lisboa, con centros en Coimbra y Oporto, así como centros de aprendizaje locales en todas las capitales de distrito [25].

El modelo pedagógico de la UAb se basa en los pedagógicos actuales y el uso intensivo de las nuevas tecnologías en el proceso de aprendizaje. Este modelo, que promueve la interacción entre alumnos y profesores, se centra en el alumno como constructor activo e individual de su propio conocimiento. También permite una mayor flexibilidad en el aprendizaje, donde la comunicación y la interacción pueden tener lugar en cualquier lugar y momento, de acuerdo a las posibilidades de los estudiantes para compartir recursos, conocimientos y actividades de colaboración. La evaluación de conocimientos y habilidades se orienta como un proceso de evaluación continua. En los programas de pregrado, los estudiantes van marcando en una planilla lo que va haciendo a lo largo del curso, al final del semestre se evalúa mediante un examen presencial. En los programas de posgrado, el proceso de evaluación se realiza mediante la participación en blogs y discusiones de grupo o realizando, proyectos, ensayos, resolución de problemas, informes y pruebas.

La UAb utiliza Moodle como entorno virtual de aprendizaje. Algunas de las ventajas de utilización de Moodle en la UAb son las siguientes [50]:

- Facilita la comunicación mediante el uso de chats, salas de discusión, correo electrónico o foros de discusión.
- Incluye herramientas que permiten la creación de procesos de evaluación.
- Es fácil de usar y manejar.
- Permite la creación de grupos de estudiantes para resolver diferentes ejercicios y pruebas.
- Permite la posibilidad de escribir mediante el editor de LaTeX.

En la UAb los estudiantes disponen en todos sus estudios de un curso de preparación para herramientas TIC y así los estudiantes son capaces de adquirir los conocimientos necesarios antes de entrar al programa en el que se han inscrito. Por otra parte, en el caso de alumnos matriculados en cursos de matemáticas o estadística se facilita un curso gratuito de LaTeX (diseñado para proporcionar a los estudiantes la capacidad de comunicarse mediante símbolos y formulación matemáticas en los diferentes canales electrónicos).

En la UAb se adoptó el uso de los paquetes estadísticos SPSS y R, y el paquete CPLEX para investigación de operaciones. Tanto SPSS como CPLEX son paquetes comerciales que necesitan el desembolso en una licencia de uso. R, mientras tanto, es un proyecto de desarrollo libre con licencia GNU.

4.4. UNED

La Universidad Nacional de Educación a Distancia (www.uned.es) creada en 1972 en Madrid, España, con el objetivo de dar acceso a estudios superiores a todo aquél que por razones de renta, lugar de residencia o cualquier otra dificultad no pueda disponer [63]. En la actualidad tiene más de 250.000 estudiantes siendo la universidad más grande de España. Abarca 26 títulos de Grado, 43 másteres, más de 600 programas de formación continua, 12 cursos de idiomas, más de un centenar de Cursos de Verano y casi 400 actividades de Extensión Universitaria [68]. Más de 10.000 personas, desde la sede central y desde los centros asociados, se esfuerzan por apoyar día a día la dura marcha de los estudiantes hacia la meta de su formación. Los sistemas digitales e Internet han hecho posible que, en la actualidad la “distancia” entre la UNED y sus estudiantes haya desaparecido: cada alumno tiene toda la universidad en su mesa de estudio, a sólo un “click” de su ordenador.

La UNED cuenta con dos entornos virtuales de aprendizajes o campus virtuales. En un primer lugar la UNED apuesta por el entorno comercial WebCT [67] dentro de los planes de estudios de Licenciaturas, Diplomaturas e Ingenierías. Aprovechando la entrada del nuevo plan de Bolonia, dentro del marco de EEES, se aprovecha para poner en marcha el nuevo sistema aLF [66], herramienta de desarrollo propio basada en el software open source .LRN.

La UNED utiliza dotLRN como Learning Management System (LMS) en dos ámbitos diferentes: explotación e investigación. En el año 2000 la Unidad Técnica de Investigación y Capacitación en Recursos Tecnológicos (Tec-Infor) propuso el uso de la computadora mediante desarrollo de aprendizaje colaborativo. Para el desarrollo de los servicios necesarios en este contexto Tec-Infor selecciona ArsDigita Community System (ACS), desarrollado por el MIT bajo licencia GPL, llamando aLF a este marco aprendizaje activo. ACS ha evolucionado creando OpenACS, una comunidad de código abierto alrededor de la plataforma de ACS. Dentro de OpenACS se desarrolló dotLRN como herramienta para la gestión del aprendizaje. En 2002 se crea Innova Group para satisfacer las demandas de alojamiento y el desarrollo de cursos online [69].

En 2005 se solicitó a EduTech (compañía que ofrece soluciones de enseñanza tecnología a instituciones) un informe para evaluar la calidad de los sistemas de gestión de e-learning. La evaluación estable los siguientes criterios imprescindibles en cualquier LMS:

- Soporte para múltiples idiomas.
- Disponible en múltiples sistemas operativos.
- Entorno de aprendizaje integrado.
- Soporte con al menos la disponibilidad de dos proveedores de desarrollo a tiempo completo.
- Comunidad activa del entorno.
- Herramientas de e-learning básicas disponibles.
- Documentación y manuales disponibles.

En ese momento únicamente los siguientes LMS cumplían estos requisitos: ATutor, Claroline, dotLRN, Ilias, Moodle y OLAT. Todos estos sistemas proporcionaban funcionalidades básicas, como herramientas para los alumnos en comunicación, productividad o participación y

herramientas de apoyo para administración, desarrollo de cursos y contenidos. Se establecieron tres características que no se consideraron en estas evaluaciones pero son de vital importancia para educación superior a distancia: la adaptabilidad, la reutilización y la accesibilidad. Con respecto a la adaptabilidad ninguno de los sistemas cumple este requisito plenamente, pero los que más potencial de desarrollo tenían al respecto eran Moodle y dotLRN. Con relación a la accesibilidad y la reutilización se vio que dotLRN podía ser el que mejor se adaptase a los requisitos planteados [70] ya que cumplía un mayor número de estándares (SCORM, IMS, etc.). Esto justificó la selección dotLRN en lugar de otros LMS [71], además se pueden detallar las siguientes funcionalidades de la herramienta:

1. A nivel de comunicación dispone de foros de discusión con gestión de los docentes, intercambio de archivos, correo electrónico interno, diarios online y chats.
2. A nivel de productividad cuenta con la opción de utilizar marcadores y favoritos, calendario con seguimiento de progreso y búsquedas en cursos y materiales.
3. Sobre la participación del alumnado se puede realizar trabajos en grupo y desarrollar portafolios.
4. Con respecto a las herramientas de administración soporta múltiples sistemas de autenticación y autorizaciones de curso, así como gestión de inscripciones tanto manuales como automatizadas. También dispone de servicios de hosting.
5. Dispone de un amplio sistema de evaluación y controles a través de diferentes tipos de cuestionarios, que además pueden contener audio, video o imágenes. Estas evaluaciones son altamente configurables y personalizables, además de poder incluir sistemas de ayuda. Dispone de herramientas de aleatorización de preguntas, múltiples intentos y feedback según diferentes respuestas. El estudiante puede consultar el histórico de evaluaciones realizada. Se puede exportar e importar banco de preguntas según los estándares establecidos. Las estadísticas y resultados proporcionados y la gestión de estos son muy amigables.
6. A nivel de reutilización de contenidos permite la reutilización de plantillas o creación y gestión de plantillas personalizadas. Cumple con prácticamente todos los estándares establecidos: IMS, SCORM, QTI, etc.
7. Los requisitos de software y hardware son más que suficiente y es multiplataforma. La licencia es GPL y es open source. El procesamiento de datos en XML es muy alto. Dispone de protocolos de conexión con multitud de diferentes sistemas de bases y los resultados de conectividad son muy satisfactorios. El sistema de API es muy amigable. Y en general el resto de pruebas técnicas cumplen ampliamente con las expectativas.
8. Implementa características de seguridad importantes, como los procedimientos sofisticados de autenticación, un modelo de seguridad basado en roles, lenguaje de scripting, contratos de página y encapsulamiento de variable SQL.

El sistema de arquitectura abierta aLF se basa en estándares tecnológicos y educativos y es el soporte de integración de los servicios TIC en los que se proporcionan diferentes herramientas y recursos para los cursos y comunidades de colaboración tanto de investigación como administrativas de la UNED [72]. Esto ha estado apoyando un proceso de mejora continua en la prestación de servicios TIC en la UNED, cuya corriente se enmarca dentro del EEES [73].

La UNED imparte más de 70 estudios reglados de los cuales en más de la mitad existe alguna asignatura vinculada con la estadística o las matemáticas.

El modelo pedagógico de la UNED se basa en las actuales reformas regidas dentro del nuevo marco de EEES con base constructivista. Se incentiva el uso de nuevas tecnologías y de seguimiento del avance didáctico del alumno mediante la evaluación continua. Aunque normalmente en casi todas las asignaturas hay una evaluación o examen final, que en la mayoría de los casos, sobre todo en cursos de pregrado, son presenciales. En los cursos de asignaturas relacionadas con la estadística además se incentiva el hecho de realizar pruebas y trabajos mediante software estadístico. En los últimos años se está fomentando el uso de aplicaciones y software de código abierto como R.

En estos últimos años la UNED está trabajando en proyectos de educación abierta que se engloban dentro de UNED Abierta [65], un nuevo canal creado para facilitar la búsqueda de los contenidos educativos abiertos de la UNED. Dentro de esta plataforma tenemos COMA, cursos que utiliza el modelo MOOC. Desde los años setenta la UNED ha generado multitud de recursos multimedia tanto de video, como de audio o visual emitido en las diferentes cadenas y emisoras de radio y televisión nacionales e internacionales. Además dispone de un gran volumen de material multimedia editado propio [64]. Toda esta información está ahora disponible a través de diferentes canales de distribución como iTunes U. También dispone de OCW (OpenCourseWare) una iniciativa editorial electrónica de acceso totalmente libre a cursos online que ofrece exámenes, bibliografías, ejercicios, y materiales creados por los equipos docentes de la Universidad. Este espacio pone a disposición de toda la sociedad los conocimientos que la Universidad genera y comparte en sus aulas, para que puedan ser compartidos por docentes, académicos, estudiantes y, en general, por toda la comunidad universitaria y no universitaria.

4.5. Otras universidades

Algunos ejemplos de otras universidades en EEUU:

SUNY

En la universidad estatal de Nueva York (www.suny.edu) el SLN (SUNY Learning Network) es el departamento que provee alrededor de 4.000 cursos online en más de 100 grados a más de 100.000 estudiantes en línea [26]. SLN presta apoyo a aquellas escuelas que lo soliciten en el desarrollo y gestión de los cursos. En principio está enfocado como formación completamente asincrónica aunque también se proporciona para cursos híbridos o presencias virtuales.

Anteriormente se utilizaba como entorno virtual de enseñanza el Lotus Notes de IBM pero recientemente se ha adoptado Angel, un sistema comercial similar a Blackboard/WebCT.

En SUNY tienen los siguientes retos a afrontar en la enseñanza online: comunicación simbólica bidireccional, desarrollo del constructivismo frente a la pedagogía tradicional o los problemas relacionados con la evolución continúa frente a la evaluación vigilada.

En EEUU existe una mayor dependencia del sector editorial. Existen VLE complementarios al texto. Uno muy popular y utilizado es el MyMathLab (MML) de Pearson [74], con banco de preguntas, planes de estudios, recursos multimedia, conferencias, etc.

En estos momentos podríamos decir que en SUNY se utilizan dos entornos de aprendizaje virtual: Angel, como punto de comunicación, y MML, como punto de instrucción.

MIT

La Massachusetts Institute of Technology (web.mit.edu) es conocida como una de las mejores universidades privadas de EEUU, siendo sus estudios de ingeniería como uno de los mejores de todo el mundo [26]. MIT no ofrece cursos a distancia sino que el aprendizaje electrónico sirve de apoyo a los existentes presenciales.

El sistema propio Stellar Course Management System facilita la comunicación entre profesores y alumnos mediante avisos, programas, calendarios, contactos, etc. También sirve como de función administrativa entre profesores y asistentes proporcionando información y material del curso. En el MIT se utiliza Stellar para estructurar y estandarizar todos sus cursos y planes de estudio.

Otra herramienta disponible en el MIT es OpenCourseWare (ocw.mit.edu). OCW es un recurso en línea libre disponible para cualquier usuario de dentro y fuera del MIT. Se archivan materiales de cursos anteriores con el objetivo de un avance global del conocimiento. Hay disponibles más de 1.500 cursos y es visitado por más de 50.000.000 de usuarios. Se almacena material didáctico con exámenes, contenidos multimedia, apuntes, conferencias y es actualización constantemente. Entre las razones por las que los diferentes usuarios encuentran útil OCW son: entre los profesores principalmente para una mejora del conocimiento personal, aunque también lo usan para incorporar materiales a los cursos que están dando o para construir material de referencia para sus alumnos; entre los estudiantes especialmente se emplea para aumentar el conocimiento personal pero también es utilizado como complemento a un curso actual; también es muy utilizado por autodidactas para explorar áreas fuera de su propio campo profesional o para revisar conceptos básicos del propio campo profesional, incluso también para preparar futuros cursos o mantenerse al día en su actual campo.

Recientemente se ha creado el MITx (odl.mit.edu) u oficina de aprendizaje digital del MIT que gestiona el enfoque de enseñanza desarrollado mediante los recursos tecnológicos digitales. Bajo esta área y en colaboración a otras universidades de gran renombre como Harvard o Berkeley, se ha creado edX (www.edx.org), una plataforma que engloba los mejores cursos y clases en línea en formato MOOC ofrecidos por estas instituciones.

En los estudios de cursos estadísticos del MIT se usa bastante software y aplicaciones web a lo largo del curso. Las evaluaciones suelen consistir en dos o tres exámenes parciales, un examen final y tareas semanales. Se suele utilizar recursos online para preparar exámenes como buscar ejemplos y exámenes anteriores. Para las tareas semanales se fomenta el uso de software online y herramientas estadísticas que ayudan a mejorar la intuición y comprensión estadística necesaria para sus carreras profesionales.

4.6. Cuadro comparativo

	OUC	UAb	UNED
	Open University of Catalonia	Universidade Aberta	Universidad Nacional de Educación a Distancia
RESUMEN GENERAL POR UNIVERSIDAD			
<i>Pais</i>	España	Portugal	España
<i>Web</i>	www.uoc.edu	www.uab.pt	www.uned.es
<i>Modelo</i>	A distancia en línea	A distancia en línea	A distancia en línea
<i>Tituladidad</i>	Privada / Pública	Pública	Pública
<i>Cursos online desde</i>	1995	2007	1996
<i>Idioma</i>	Catalán y Castellano	Portugues	Castellano
<i>Nº de estudiantes online</i>	60.000	12.000	250.000
<i>Número de docentes</i>	3.500	450	8.500
<i>Número de cursos online</i>	2.000	900	8.000
<i>Relación con otras universidades</i>	Alta, muchos docentes dan clases en otras universidades	Alta, existen vínculos de estudios y programas comunes de formación con otras universidades	Alta, existen vínculos de estudios y programas comunes de formación con otras universidades
<i>Biblioteca online</i>	Existen multiples recursos y publicaciones online para los estudiantes	Existen multiples recursos y publicaciones online para los estudiantes	Existen multiples recursos y publicaciones online para los estudiantes
<i>Actividades presenciales</i>	Sesión individual y exámenes finales	Exámenes y lecturas de tesis	Tutorías presenciales en centros asociados y exámenes finales
<i>Perfil del estudiante</i>	Entre 25 y 40 años que compaginan vida laboral con formación. En muchos casos con poco bagaje matemático.	Entre 25 y 40 años que compaginan vida laboral con formación. Hay mucha diversidad entre los estudiantes en aspectos matemáticos.	Edad media de 34 años que compagina vida laboral con familiar y profesiona. Mayoría con otros estudios.
ÁREA DE ESTADÍSTICA Y MATEMÁTICAS			
<i>Nº cursos</i>	50	70	190
<i>Proyectos innovadores en el área de matemáticas y estadística</i>	Vídeo tutoriales, laboratorios online, editor de ecuaciones online, base de datos de ejercicios y exámenes con soluciones online, programas de digitalización de formulas mediante escritura a mano	Vídeo tutoriales, ejercicios y software	Vídeo tutoriales y conferencias online, editor de ecuaciones online, repositorio online con ejercicios resueltos, exámenes antiguos, uso de software específico, evaluación online.
<i>Personal docente por curso</i>	Para cada curso hay un coordinador a tiempo completo y varios instructores a tiempo parcial	Para cada curso hay un coordinador a tiempo completo y varios tutores a tiempo parcial	Para cada curso hay un coordinador de la asignatura. En algunas hay además entre uno y seis tutores intercampus haciendo videos o conferencias online, además de personal de apoyo para la plataforma común de todas las asignaturas.
VLE Y SOFTWARE			
<i>Entorno virtual (VLE)</i>	Campus virtual de la UOC	Moodle	aLF / WebCT
<i>Tipo de VLE</i>	Propietaria de la UOC	Libre	Libre / Comercial
<i>Características principales de la VLE</i>	Integra software matemático (Wiris) y un editor de formulas online	Proporciona Wikis para compartir documentos	Dispone de editor de ecuaciones online y software matemático integrado (Wiris)
<i>Otras herramientas colaborativas</i>	BSCW, Skype, DropBox	Skype	Webconferencias y videoconferenciasa través de INTECCA
<i>Software comercial</i>	Wiris, Matlab, Minitab, SPSS	SPSS	Wiris, SPSS
<i>Software libre</i>	Octave, R	LaTeX, R	R, Maxima
METODOLOGIA			
<i>Nº alumnos por curso</i>	Entre 20 y 75	Máximo 50	Sin límites, aunque no suelen ser más de 50
<i>Dinámica de clase</i>	Se suele colgar información regularmente, se anima a usar foros y debates online, se responde dudas por email.	Se suele colgar información regularmente, se anima a usar debates online, se responde dudas por email.	Se distribuye material didactico a los estudiantes, normalmente por la plataforma online. Se fomenta el uso de aplicaciones estadísticas y software matemáticos. Se responden a las dudas rápidamente.
<i>Recursos de enseñanza</i>	Material didactico en PDF o HTML creado específicamente por los docentes y publicado bajo el sello editorial de la UOC.	Material escrito y desarrollado por los profesores.	Material escrito y desarrollado por los profesores.
<i>Recursos Web</i>	Repositorio online con ejercicios resueltos, laboratorios y exámenes de cursos anteriores.	Exámenes de cursos anteriores y Applets.	Repositorio de exámenes y ejercicios.
<i>Enfoque metodológico</i>	Enfoque orientado a la aplicación profesional con la resolución de problemas y uso intensivo de software.	Enfasis en conocimiento conceptual, enfoque de resolución de problemas, uso intensivo de software y programación estadístico - matemático.	Enfoque según marca la declaración de Bolonia dentro del EEES
<i>Sistema de evaluación</i>	Evaluación continua más examen final presencial	Evaluación continua más examen final presencial	Evaluación continua más examen final presencial
FACTORES DE ÉXITO Y PRINCIPALES RETOS			
<i>Factores claves en el modelo</i>	1. El docente proporciona una guía continua y rápidas contestaciones; 2. Sistema de evaluación continua; 3. Material didactico actualizado creado por los propios profesores; 4. Orientación profesional de los cursos y uso de software matemático y estadístico; 5. Facilidad del entorno VLE	1. El docente proporciona una guía continua y rápidas contestaciones; 2. Sistema de evaluación continua mediante exámenes y trabajos; 3. Uso frecuente de software estadístico y matemático; 4. Material didactico actualizado diseñado por los propios profesores	1. El docente proporciona una guía continua y rápidas contestaciones a dudas y consultas; 2. Fomento del uso de software estadístico y matemáticos; 3. Material propio diseñado por los docentes; 4. Plataformas VLE que permiten comunicarse a todos los miembros de la comunidad educativa y permiten realizar evaluaciones en línea y organizar y entregar trabajos que permiten la evaluación continua.
<i>Principales retos</i>	1. La mayoría de los alumnos tienen que conciliar vida profesional con los estudios; 2. Los estudiantes suelen tener cadencias matemáticas de base; 3. La escritura digital de formulación matemática consume demasiado tiempo; 4. Seguir la evolución de los alumnos es una tarea dura	1. La mayoría de los alumnos tienen que conciliar vida profesional con los estudios; 2. Diferencias importantes entre alumnos en el proceso educativo y base matemática y estadística; 3. Los diferentes países de origen entre los estudiantes que llevan a distintas habilidades y necesidades; 4. Necesidad de un curso previo de escritura de formulación matemática en LaTeX	1. Conciliar vida laboral, estudios y familiar del estudiante; 2. Qué las plataformas online (aLF) terminen de funcionar correctamente y se haga un uso optimo de ellas.

Tabla 4.1. Resumen de características por universidad.

4.7. Experiencias y opiniones recogidas

MEL

En el año 2008 se publica los resultados del proyecto Mathematical E-Learning o MEL, el principal estudio desarrollado hasta el momento sobre e-learning en las áreas de matemáticas y estadística en España [24]. El estudio fue realizado por el grupo de investigación CIMANET perteneciente a la UOC y financiado por el Ministerio de Educación. El estudio analiza el uso e integración de los entornos de aprendizaje electrónico en las áreas de matemáticas y estadística a nivel de educación superior universitaria. La investigación se llevó a cabo en dos etapas, una primera cuantitativa mediante una encuesta lanzada a los profesores universitarios de áreas de matemáticas y estadística, y una segunda cualitativa solicitando experiencias propias innovadoras en esta área.

La encuesta lanzada en la primera fase cuantitativa estaba dirigida a profesores universitarios de cursos en las áreas de matemáticas o estadística de toda España. Se recopilaron las direcciones electrónicas de más de 3.200 profesores y se obtuvo cerca de 2.000 contestaciones, con un índice de respuesta superior al 60%, muy alto en estudios de este tipo. El principal resultado de esta fase cuantitativa fue que el uso del software estadístico y/o matemático es muy positivo aunque su uso está muy por debajo de lo esperado, por lo que no se le está sacando un buen rendimiento. También concluía que la integración de las TIC en procesos de evaluación era muy baja, por lo que se espera un incremento en el uso de software matemático y estadístico y procesos de evaluación a través de medios digitales en los años siguientes al estudio. Básicamente que el uso de entornos online es muy positivo pero su uso está por debajo de las expectativas, con lo que se esperaban cambios significativos en este aspecto en el futuro. En el ámbito del uso del inglés los resultados son muy pobres. Y con respecto a los cambios por parte de la declaración de Bolonia, se manifestaba que el EEES implicaba un cambio significativo en el modelo tradicional de enseñanza aunque la adaptación aún era muy baja, la mayoría de los docentes disponían de información al respecto pero pensaban que esta reforma podría afectar en una manera negativa a la docencia.

El objetivo de la segunda fase del estudio era recopilar prácticas docentes innovadoras de profesores universitarios de matemáticas y estadística mediante un artículo describiendo sus experiencias. Se recopilaron 66 artículos de 111 profesores de 31 universidades nacionales. Estos 66 artículos se agrupan en 6 áreas principales: adaptación al Espacio de Europeo de Educación Superior (EEES), herramientas y uso de software matemático-estadístico, sistemas de gestión del aprendizaje como complemento didáctico, enfoque de la asignatura en los nuevos planes de estudios, recursos de internet, y otros. En la mayoría de estos artículos se hace referencia a los LMS, sobre todo a Moodle. También se hacen propuestas de actividades no presenciales como ejercicios auto-evaluativos, trabajos en grupo, material de aprendizaje multimedia y aprendizaje semi-presencial o no-presencial. Un tercio de los artículos mencionan software y aplicaciones matemático-estadístico y el aporte que supone en la docencia ya que permite simular y profundizar en algunos tipos de ejercicios y conceptos difíciles de entender; también permite modificar el modo de evaluar. Un 37% de aquellos que participaron en esta segunda fase piensa que las TIC son un elemento diferenciador de las

metodologías pedagógicas nuevas, mientras que un 72% lo ve como un complemento a la metodología tradicional.

Las conclusiones del estudio fueron que existía un desajuste entre lo que se debía hacer y lo que se hacía (las nuevas tecnologías y su potencial estaban idealizados), que había una falta de recursos humanos y económicos en la puesta en marcha de nuevas metodologías y que hay una falta de interés por parte del docente debido a una aumento de dedicación tanto en tiempo como en esfuerzos.

Enfocándonos en los sistemas de gestión del aprendizaje o LMS, los beneficios que se le veían eran principalmente:

- Facilita integrar la evolución continua mediante auto-evaluación como test de respuestas múltiples, BBDD ejercicios resueltos, etc.
- Promueve aprendizaje colaborativo mediante fóruns, mail, chats, espacio de trabajo compartido, FAQ, etc.
- Disponibilidad de repositorio en línea de recursos multimedia (video, conferencias), exámenes, ejercicios, o teoría. Además se puede utilizar entre universidades.
- Facilita dinamismo en el calendario y flexibilidad para organizarse el estudiante.
- Hay un mayor nivel de comunicación entre estudiantes, profesores o entre ambos.
- Se puede monitorizar la evolución académica de un estudiante o un grupo.
- Disponibilidad de tecnologías relacionadas con el área como software específico o simulación mediante applets, especialmente para conceptos difíciles o casos reales complejos.
- Se puede personalizar el aprendizaje de cada alumno.
- Se da un enfoque profesional.

Entre los riesgos de un entorno LMS podemos encontrar:

- El alumno se puede perder en demasiados recursos. El docente debe seleccionar y clasificar el material disponible.
- Es necesario una evolución tecnológica continua mediante cursos de reciclaje continuos.
- Existe una pérdida de privacidad ya que cedemos nuestra información personal en bases de datos de servidores.
- Se necesita más dedicación por parte del docente, pueden existir mensajes o consultas en cualquier momento.
- Centrarse demasiado en las nuevas tecnologías dejando a un lado el contenido. Debe haber un equilibrio entre tecnología y contenidos.

Aun así es evidente que existe más beneficios que riesgos pero un factor clave para implementar con éxito un LMS es que sea fácil de usar [20], [24].

OTROS ESTUDIOS

Las observaciones que se recopilan de otros estudios o artículos sobre la materia indican que la implantación de las nuevas tecnologías ha pasado de un “*debe ser*” a un problema de puesta en marcha. Es evidente que existen diferentes objetivos entre los distintos agentes. El desarrollador busca soluciones técnicamente más sofisticadas, el profesor quiere desarrollar y proliferar sus materiales y el alumno pretende adquirir suficiente conocimiento para pasar examen. Es, por lo tanto, importante tener en cuenta que el e-learning no puede sustituir la interacción entre estudiante, maestro y pizarra; y que el e-learning tendrá éxito únicamente si satisface las necesidades de todos los participantes del sistema. Requisitos imprescindibles en cualquier nueva herramienta electrónica es que sea robusta, tecnológicamente confiable y con contenido de alta calidad [80], [81].

En [25], [29] recogemos como recomendaciones finales que un entorno eficaz digital debería disponer de presentaciones dinámicas, tutoriales de laboratorio, simulaciones, debates conceptuales, interacción y colaboración entre estudiantes con el fin de apoyar la actividad, la explotación y la creación con el objetivo de ayudar a los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento. Además el uso de proyectos de colaboración y la discusión de problemas comunes en foros mejora la interacción entre los estudiantes y también con docentes. Los alumnos deberían aprender estadísticas mediante la comprensión construyendo conocimiento a través de la experiencia y el conocimiento previo. Es fundamental para un buen funcionamiento del aprendizaje electrónico la interacción con los profesores mediante comentarios de estos, consultas periódicas a través de mail o la publicación de observaciones y anotaciones. Un factor clave en el sistema de evaluación es un mecanismo para garantizar la autoría del evaluado. El uso de software específico en esta área es también esencial. La resolución de problemas mediante uso de software permite superar las posibles deficiencias que tenga el estudiante de base. Por medio de la experiencia en este áreas se resumen aquellos factores claves que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar y desarrollar cursos online de estadística con éxito:

- El material básico de aprendizaje tiene que ser capaz de proporcionar un aprendizaje autónomo con una visión de todos los aspectos del temario. Debe ser diseñado por los propios docentes que a la vez desarrollen la evaluación, existiendo una correlación natural entre ambos. Es muy recomendable que esté disponible en formato imprimible como PDF y debe ser complementado con otros recursos como applets, artículos, simulaciones, etc. Es donde más tiempo se debe invertir en el desarrollo del curso online.
- El papel del instructor en línea es fundamental, dando un aspecto humanizado a todo el mecanismo formativo. Es importante que exista una feedback continuo mediante mensajes escritos con instrucciones claras y siguiendo las actividades y tareas a corto plazo. Las respuestas a los estudiantes en los foros y al mail deben ser lo más rápidas posibles, intentando no sobrepasar los dos días. Es fundamental la coordinación de profesores del mismo curso para que haya una misma línea de desarrollo común.

- El enfoque de los cursos debe ser práctico con una orientación profesional a través de un uso eficiente de las aplicaciones y software estadístico. Estas herramientas servirán para desarrollar conceptos prácticos y habilidades y son muy apreciadas por el alumnado ya que estimulan su motivación. Para eso es fundamental que el software sea de alta calidad.
- Con la entrada en el marco de EEES se fomenta el proceso de evaluación continua ya que ayuda a disminuir las tasas de abandono. Al no poderse eliminar de una manera drástica el examen final, este se complementa con varias pruebas continuas a lo largo del curso.
- Los entornos de aprendizaje virtual deben tener unas características básicas que los hagan funcionales. Imprescindible que sean cómodos, intuitivos y sencillos de manejar. Deben poder ser versátiles y a la vez robustos. Un aspecto que debería desarrollarse en prácticamente todos los entornos es el uso de formulación matemática dentro de estos entornos. Muchos de ellos ya van con editores de ecuaciones integrados. Además permiten hacer un seguimiento a los alumnos y monitorizar sus avances.

Si nos fijamos en el estudio realizado en la UOC [18] algunas recomendaciones a tener en cuenta por los responsables en la gestión de campus virtuales pueden ser:

- La gestión de la calidad total en una universidad implica tener una visión integral del servicio que ofrece, no solamente centrándose en el proceso de aprendizaje, aunque este sea el factor principal.
- Los aspectos fundamentales del proceso de aprendizaje son: orientación del docente, evaluación, respuestas del instructor, tiempos de respuestas, carga de trabajo equilibrada y utilidad práctica de actividades. Hay que destacar los materiales académicos y los recursos, que deben estar bien escritos, actualizados y adaptados a la educación a distancia
- Los procesos administrativos suelen ser muy criticados, requieren atención prioritaria como respuestas administrativas precisas, simplificación de procesos, eficiencia en envío y manipulación de documentación. Siempre hay que mantener la cortesía.
- Hay que tener en cuenta el interfaz de usuario en el sentido de facilidad para navegar. Importante también a tener en cuenta la fiabilidad y la conectividad.
- Un aspecto positivo es el apoyo por parte de la comunidad de aprendizaje en línea, que enriquece y reduce riesgo de abandono.
- Es conveniente analizar compensaciones por servicios no recibidos así como estudiar bien los costes de los cursos.

Si nos centramos concretamente en el aspecto educativo del LMS los criterios más interesantes a evaluar son:

- La navegación, la búsqueda de contenidos y la sencillez a la hora de moverse entre diferentes contenidos.
- El diseño y formato en pantalla, debería ser simple y claro.
- La estructura de los contenidos adecuada al nivel.

- Las instrucciones, que deben que ser claras, y los objetivos, que tienen que estar bien definidos.
- Sobre los contenidos, hay que ver si son precisos, significativos, completos y actuales. Es importante que sean de autoría propia. Es fundamental que sean fáciles de editar, actualizar y mantener.
- El funcionamiento correcto de la interactividad en ejemplos, simulaciones y ejercicios.
- La utilidad, cómo es de bueno el recurso para las necesidades de aprendizaje, cómo se adapta a estas necesidades.
- Monitorización de los estudiantes y seguimiento. Cómo está cubierto el control de progreso.

5. ESTUDIO DE VALORACIÓN DEL ALUMNADO DE RECURSOS E-LEARNING EN ESTADÍSTICA

5.1. Planteamiento

El objeto del estudio es medir la valoración y la utilización de los recursos online en asignaturas relacionadas con la estadística de estudiantes de masters o posgrados en las universidades a distancia peninsulares (UOC, UAb y UNED). Nos interesa saber que recursos online del área de estadística conocen, se dan en sus estudios y utilizan en mayor o menor medida. También nos interesa conocer la opinión de los recursos disponibles, la implicación por parte de sus instituciones educativas y suya propia así como la perspectiva de cada uno frente a este tema y en qué medida le funciona.

La encuesta está diseñada de tal modo que, si de alguna manera destaca alguna opinión por dar información relevante nueva, se refleje mediante el uso de preguntas abiertas en determinadas partes. Lamentablemente, salvo la aportación de algún software muy específico, no hubo prácticamente muchas más opiniones destacables en este sentido.

5.2. Metodología

El tipo de investigación a realizar fue cuantitativa midiendo la opinión y el uso a través de una encuesta planteada a la población objetiva. En esta encuesta se midieron los diferentes factores que interesaban estudiar mediante las preguntas reflejadas en la encuesta.

El procedimiento se basó en lanzar un cuestionario a estudiantes de una selección de masters o posgrados de las universidades a distancia UAb, UNED y UOC que incluyesen en su plan de estudios alguna asignatura relacionada con la estadística y que la cursasen actualmente. Para lanzar la encuesta nos pusimos en contacto con los coordinadores de los posgrados y con los profesores de las asignaturas implicadas para solicitarles colaboración a la hora de distribuir la encuesta entre sus alumnos. El plazo de contestación al cuestionario, que se realizó de manera online gracias a herramientas web de realización de encuestas online (www.encuestafacil.com), fue de tres semana entre mitad y final de curso para que tuviesen un criterio establecido a la hora de contestar las preguntas que se les planteaba. Los masters seleccionados con sus asignaturas relacionadas fueron los siguientes:

En la UAb:

- Máster en Bioestadística y Biometría: Computación Estadística I y II, Estadística I, Diseño de Experimentos, Análisis de Datos Multivariante y Aplicaciones, Análisis de Supervivencia y Fundamentos de Modelado Estadística.

- Máster en Estadística, Matemáticas y Computación: Estadística I y II, Muestreo, Control de Calidad, Análisis de Datos Multivariante y Aplicaciones, Computación Estadística I y II.

En la UNED:

- Master Interuniversitario en Metodología de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud: Análisis de datos y Modelos Estadísticos, Medición, Diseño de Investigación Avanzados.
- Máster Universitario en Investigación en Psicología: Análisis de datos y Modelos Estadísticos, Medición, Diseño de Investigación Avanzados.
- Máster Universitario en Física Médica: Análisis de Decisiones en Medicina, Bioestadística.
- Máster Universitario en Investigación en Economía: Muestreo en Poblaciones Finitas, Teoría de Juegos.
- Máster Universitario en Lenguajes y Sistemas Informáticos: Métodos Probabilistas.
- Máster Universitario en I.A. Avanzada: Métodos Probabilistas.
- Máster Universitario en Matemáticas Avanzadas: Análisis Estadístico Multivariante, Inferencia Estadísticas Robusta y sus Aplicaciones, Modelos y Métodos de Investigación de Operaciones, y Teoría de la Medida.

En la UOC:

- Máster en Bioinformática y Bioestadística: Fundamentos de Bioestadística, Laboratorio de Software Estadístico, Modelos Lineales, Análisis Multivariante.
- Doctorado en Redes y Tecnologías de la Información: Modelado y Simulación.

La respuesta por parte del profesorado y del alumnado fue desigual. Hay que tener en cuenta que en algunos de estos estudios el número de matrículas es muy limitado, y en algunos casos no hay alumnos que estén matriculados en algunas de estas asignaturas. Por ejemplo, en la UNED, los Masters de Matemáticas Avanzadas, de Investigación Económica, de Lenguajes y Sistemas Informáticos y de Inteligencia Artificial el número de matrículas es muy pequeño y no se recogieron ninguna contestación. Aun así el número de cuestionarios recibidos después de depurar y filtrar aquellos que no fueron finalizados o que no tenían datos incoherentes fue de 58, una cifra que no está nada mal teniendo la población tan específica a la que nos dirigimos, el bajo índice de respuestas que normalmente se recoge en este tipo de estudios a este perfil y el doble paso que hay hacer a la hora de llegar hasta la objeto de estudio mediante el profesor de la asignatura.

En resumen se recogieron 58 encuestas, de las cuales 22 fueron de la UAb (6 del Máster de Bioestadística y Biometría; y 16 de Estadística, Matemáticas y Computación), 28 de la UNED de los Masters de Metodología de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud y de Investigación en Psicología; y 7 de la UOC del Máster en Bioinformática y Bioestadística y del Doctorado en Redes y Tecnologías de la Información [Tabla 2].

Universidad/Máster	Encuestas
UAb	22
Máster de Bioestadística y Biometría	6
Máster de Estadística, Matemáticas y Computación	16
UNED	29
Máster de Metodología de las Cc. del Comportamiento y de la Salud	5
Máster de Investigación en Psicología	7
(Sin identificar)	17
UOC	7
Doctorado en Redes y Tecnologías de la Información	3
Máster en Bioinformática y Bioestadística	4
Total	58

Tabla 5.1. Número de encuestas recogidas por universidad y máster.

El cuestionario que se lanzó se hizo a través de una plataforma online comercial que facilita la realización de todo tipo de estudios e investigaciones. En este caso fue Encuestafacil.com. De esta manera se facilita la labor de distribución de la encuesta así como la recolección y el seguimiento. También se puede acceder a las encuestas realizadas y sacar unas estadísticas descriptivas básicas. Al ser lanzada la encuesta a estudiantes de tres universidades con tres lenguas maternas distintas se desarrolló el cuestionario en estas tres lenguas: castellano, catalán y portugués, con el objetivo de que a los encuestados les fuese más sencillo contestar, y por lo tanto, no supusiese una traba a la hora de rellenar la encuesta.

5.3. Factores y variables a evaluar

Por un lado nos interesaba saber si conocen o son conscientes de su uso, porque esté en el programa de la asignatura como recurso disponible o en el de la carrera, y si utilizan algunos recursos vinculados con las nuevas tecnologías dentro de las plataformas virtuales que disponen en sus universidades. Se les pregunto directamente por los siguientes recursos:

- Foros.
- Programa, bibliografía, tutorías, planes de estudios, etc.
- Material de estudio, temario, apuntes imprimibles.
- Video tutoriales, conferencias online.
- Laboratorio online, taller práctico.
- Editor de ecuaciones online.
- Ejercicios resueltos.
- Repositorio de exámenes.
- Aplicaciones online en java o flash, applets interactivos.
- Libros electrónicos.
- Conjuntos de datos para practicar.

- Software estadístico integrado en la plataforma (Wiris, R, SPSS,...).
- Guía de recursos, manual de la plataforma.

Algunos de los cuales están presentes dentro de su plataforma virtual. En cada uno de ellos se les pregunto en qué medida los conocían o sabían de su existencia de la siguiente manera:

- Disponible en la plataforma virtual de mi universidad.
- Disponible para las asignaturas de estadística que curso.
- Lo he utilizado al menos en tres ocasiones distintas durante este curso.
- No lo conozco.

Suponemos que la tercera opción engloba las dos primeras y la segunda la primera.

Por otro lado se les sondeaba por diferentes herramientas y software estadísticos disponibles como R, SPSS, SAS, etc. En cada uno se medía su grado de uso y utilización en sus planes de estudios con las siguientes categorías:

1. Esta dentro del programa de la asignatura y lo uso frecuentemente.
2. Esta dentro del programa de la asignatura pero no lo suelo usar frecuentemente.
3. No está dentro del programa pero lo suelo usar.
4. Lo conozco pero no lo uso.
5. Lo utilizo puntualmente.
6. No lo conozco.

En otra pregunta sondeábamos si se utilizaba otro tipo de recurso online durante el curso como software colaborativo, de voz o videoconferencia, de mensajería instantánea o de alojamiento y compartición de archivos online.

En la parte final de la encuesta realizábamos una batería de preguntas valorando una serie de aspectos relacionados con el curso, los estudios o de valoración general sobre los recursos online aplicados en la formación y aprendizaje de áreas relacionadas con la estadística. En primer lugar preguntamos sobre recursos, software estadístico y matemático y procesos de evaluación vinculados con sus cursos de estadística realizados en el momento de responder al cuestionario. En segundo lugar sobre contenidos, diseño, recursos vinculados, seguimiento y facilidad de uso de la plataforma online que utilizan en cada universidad. Y en tercer lugar se valora aspectos subjetivos como importancia de las TIC, el resultado de estas en sus estudios y la forma de ponerlo en marcha en sus universidades. Todas estas preguntas se valoran bajo una escala de cinco niveles de Likert.

5.4. Encuesta

e-learning asignaturas de estadística Abandonar-> Continuaré más tarde

1.- Introducción
 Estimado estudiante,
 Estamos realizando un estudio para medir el uso y la percepción de los métodos de enseñanza de asignaturas relacionadas con la estadística. Como estudiante de alguna asignatura vinculada con el campo de la estadística nos gustaría contar con su opinión. Para ello hemos elaborado el siguiente cuestionario que no le llevará más de 10 minutos contestar. Le agradeceremos enormemente su colaboración.

***1. Por favor, nos puede indicar su sexo:**
 Mujer Hombre

***2. Edad:**

***3. Indique la universidad en la que está matriculado actualmente:**
 UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia)
 UOC (Universitat Oberta de Catalunya)
 UAb (Universidade Aberta Portugal)
 Otra (Por favor especifique)

4. Por favor, nos puede indicar que cursos/asignaturas relacionadas con el área de estadística está cursando actualmente:
 1.
 2.
 3.
 4.
 5.

Siguiente->

25%

Figura 5.1. Primera pantalla de la encuesta.

e-learning asignaturas de estadística Abandonar-> Continuaré más tarde

2.- Recursos online

***5. ¿Las asignaturas indicadas anteriormente están virtualizadas dentro de alguno de los siguientes campus o plataformas virtuales?**
 Moodle
 aLF
 WebCT
 Campus Virtual UOC
 No están virtualizadas
 NS/NC
 Otro (Por favor especifique)

6. Sabe si la plataforma o plataformas indicadas anteriormente disponen de alguno de estos recursos en general, en particular dentro de la asignatura o asignaturas de estadística que cursa y si usted lo ha utilizado al menos en tres ocasiones distintas durante el presente curso.

	Disponible en la plataforma virtual de la universidad	Disponible para las asignaturas de estadística	Lo he utilizado al menos en tres ocasiones distintas durante este curso	NS/NC
Foros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Programa, bibliografía, tutorías, planes de estudios, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Material de estudio, temario, apuntes imprimibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Video tutoriales, conferencias online	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laboratorio online, taller práctico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Editor de ecuaciones online	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ejercicios resueltos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Repositorio de exámenes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aplicaciones online en java o flash, applets interactivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Libros electrónicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conjuntos de datos para practicar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Software estadístico integrado en la plataforma (Winis, R, SPSS,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Guía de recursos, manual de la plataforma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Si hay algún otro recurso incluido dentro de la plataforma virtual que utiliza dentro de su universidad y no viñese en la lista anterior, por favor, indíquelo a continuación.

8. Utiliza en las asignaturas indicadas anteriormente algunos de estos software estadísticos; en qué medida:

	1. Esta dentro del programa de la asignatura y lo uso frecuentemente	2. Esta dentro del programa de la asignatura pero no lo suelo usar frecuentemente	3. No está dentro del programa pero lo suelo usar	4. Lo conozco pero no lo uso	5. Lo utilizo puntualmente	6. No lo conozco
Winis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
R	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minitab	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SPSS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SAS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Statgraphics	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stata	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SPSS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maxima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matlab	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maple	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mathematica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulink	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Octave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Por favor, indique a continuación si hay algún otro software matemático/estadístico que utilice y no este en la lista anterior:
 1.
 2.
 3.
 4.
 5.

10. Utiliza algún otro recurso online en el curso: (por favor seleccione aquellas herramientas que utilice como recurso programado dentro del curso, no a nivel personal)
 Software colaborativo (BSCW o similar)
 Software de voz o videoconferencia (Skype o similar)
 Software de mensajería instantánea (WhatsApp o similar)
 Alojamiento ficheros online (DropBox o similar)

11. Si utiliza algún otro tipo de recurso online que no haya sido mencionado en la pregunta anterior, por favor, indíquelo a continuación:

<-Anterior Siguiente->

50%

Figura 5.2. Segunda pantalla de la encuesta.

e-learning asignaturas de estadística

Abandonar-> Continuaré más tarde

3.- Evaluación recursos

12. Podría evaluar los siguientes aspectos en relación con las asignaturas de estadística que está cursando actualmente:

	1. Muy alto	2. Alto	3. Medio	4. Bajo	5. Muy bajo	6. NS/NC
Uso de los recursos online que se hace en su universidad actualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilización de software estadístico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilización de software matemático	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de elementos online/TICs para el proceso de evaluación (trabajos o exámenes que repercuten en la nota final)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Podría valorar los siguientes aspectos relacionados con el curso de estadística que está cursando actualmente:

	1. Muy positivo	2. Positivo	3. Neutro	4. Negativo	5. Muy negativo	6. NS/NC
Contenidos y recursos en la plataforma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseño de la plataforma online	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de software estadístico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interactividad y facilidad de uso de la plataforma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguimiento por parte del instructor de los recursos online	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilidad de la plataforma y los recursos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Indique en que grado está de acuerdo con estas afirmaciones:

	1. Totalmente de acuerdo	2. De acuerdo	3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4. En desacuerdo	5. Totalmente en desacuerdo
Creo que es muy importante el desarrollo y uso de las nuevas tecnologías en el ámbito educativo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El uso de recursos tecnológicos online me está ayudando a mejorar mis resultados académicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Según mi punto de vista se le está dando excesiva importancia al uso de las nuevas tecnologías en detrimento de la calidad de los contenidos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La simulación online y los ejemplos interactivos me han ayudado bastante a entender conceptos teóricos complicados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En mi universidad aún se puede desarrollar mucho más el e-learning sobre el área de la estadística; habría que dedicarle más recursos en detrimento de otros obsoletos como tutorías presenciales.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<-Anterior Siguiente->

75%

Figura 5.3. Tercera pantalla de la encuesta.

e-learning asignaturas de estadística

Abandonar-> Continuaré más tarde

4.- Encuesta finalizada

15. Muchas gracias por participar en esta encuesta. Si tiene cualquier observación sobre este tema o sobre la encuesta en sí puede indicarlo a continuación.

Gracias por su colaboración

<-Anterior Fin->

100%

Figura 5.4. Cuarta pantalla de la encuesta.

5.5. Resultados

El 51,7 % de las encuestas fueron hombres frente al 48,2% mujeres. La edad media fue de 37.6 años siendo el estudiante de la UAb el que tenía una edad media más alta, 41.1, seguido por la UNED con 35.8 y la UOC por 33.8, siendo el alumno más joven de 24 años y el mayor con 62. La diferencia de edad por sexo es muy pequeña. Estos datos se ajustan al perfil de estudiante de universidad a distancia.

La plataforma virtual utilizada concuerda con la que se utiliza en cada universidad: en la UNED sobre todo aLF y en algún caso se menciona WebCT, que es la que va desapareciendo; en la UAb es Moodle y en la UOC el Campus Virtual propio de la UOC. Salvo un caso puntual que indica que no hay virtualización todas encuestas indican correctamente esto.

Con respecto a los recursos ofrecidos por la plataforma, la mayoría de los encuestados conoce o utiliza el acceso a foros y el acceso a información básica como planes de estudios, bibliografías, tutorías, etc. Muchos saben de la existencia de guías y ayudas sobre la propia

plataforma pero no tantos lo utilizan. Sorprendentemente el material del curso, ejercicios, libros electrónicos, video conferencias, software estadístico y bases de datos son conocidos pero no tan utilizados. Laboratorios online, repositorio de exámenes, applets o similar y los editores de ecuaciones integrados en la plataforma tienen mucha menos difusión, bien porque no son tan populares, bien porque no están disponibles en las diferentes plataformas.

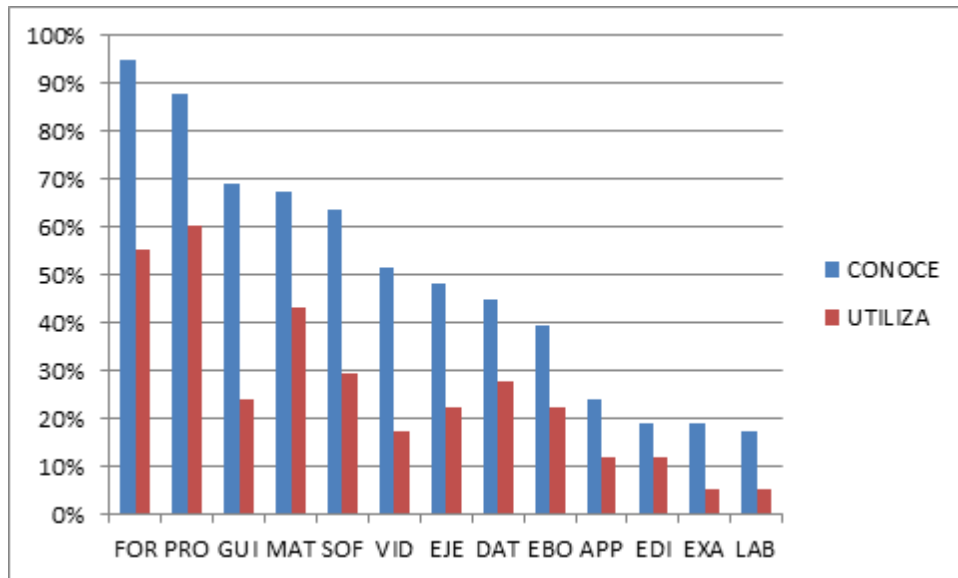


Gráfico 5.1. Conoce Vs. utiliza recursos.

Por universidad vemos que en la UNED hay en general un mayor uso y conocimiento de los recursos disponibles en las diferentes plataformas, destacando por encima los foros, acceso a información básica y el acceso a material de estudio. Lo menos demandado u ofrecido ha sido el laboratorio, el acceso a exámenes, applets y editores de ecuaciones. En la UAb destaca también foros e información básica, pero algunos recursos como editores online vemos que son más conocidos y usados que en las otras facultades. En la UOC el índice de uso es menor pero el orden es muy similar.

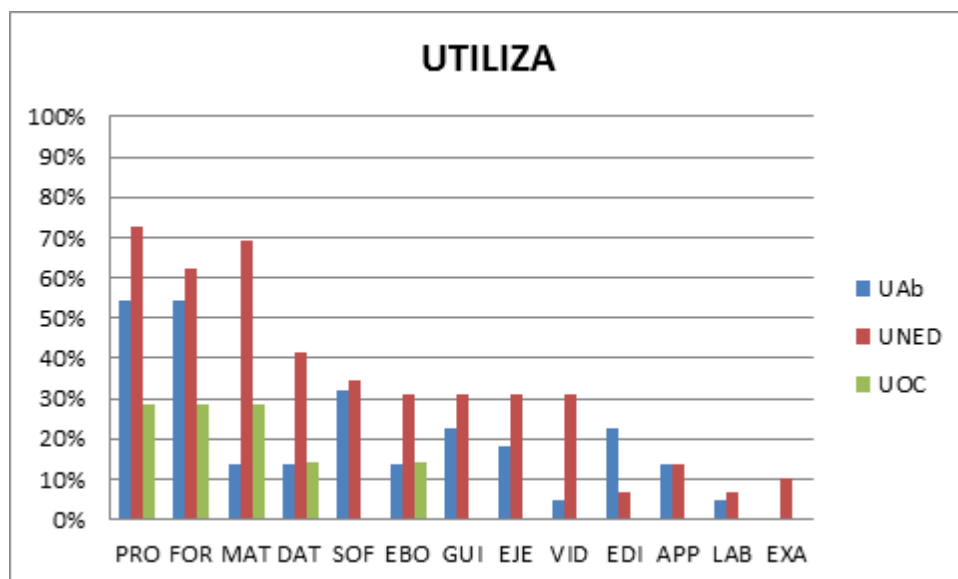


Gráfico 5.2. Recursos que se utilizan por universidad.

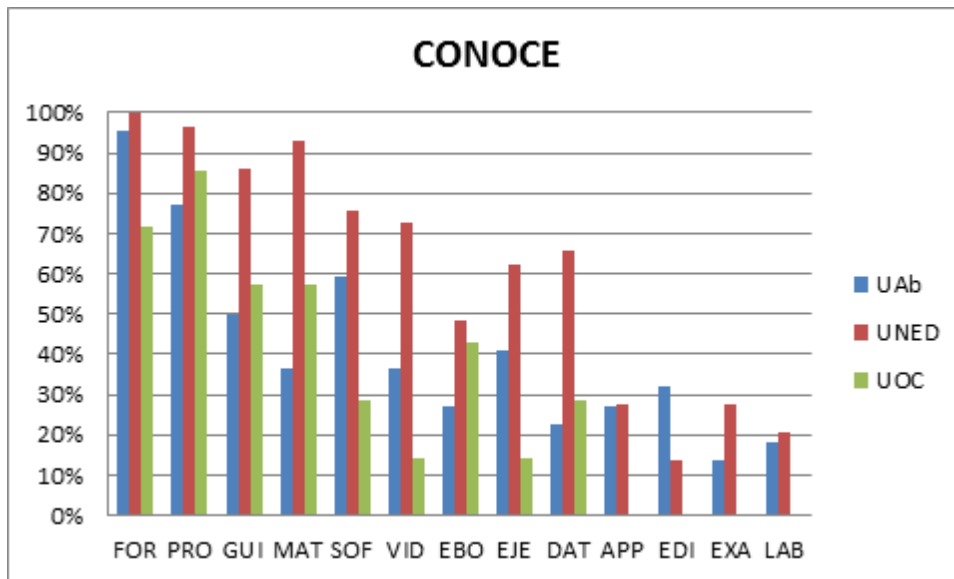


Gráfico 5.3. Recursos que son conocidos por universidad.

Con respecto al software estadístico utilizado vemos que hay un dominio absoluto de los paquetes R y SPSS sobre el resto. En la UNED destaca más el SPSS y en la UOC y en la UAb es R el que predomina. Hay una minoría que hace uso de otros paquetes tanto comerciales como de libre distribución. Lo que llama bastante la atención es el 25% de encuestados que no hacen uso de ningún software, ni siquiera de los sugeridos.

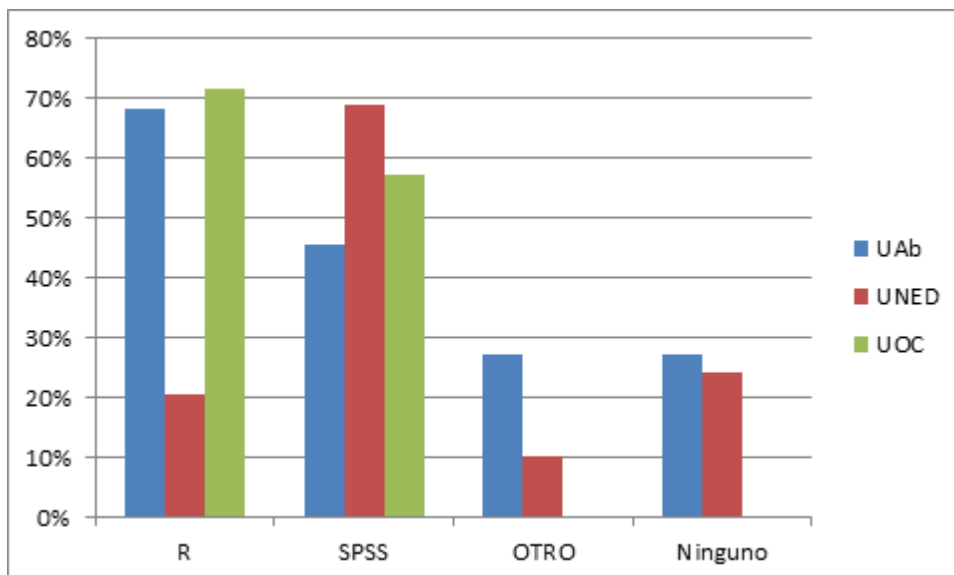


Gráfico 5.4. Paquetes estadísticos utilizados por universidad.

Apenas un 30% de los entrevistados declaran utilizar otro recurso online en el curso aparte de los mencionados. De estos los que más suelen emplear son los servicios de voz o videoconferencia como *Skype* y los de alojamiento de ficheros online como *Dropbox*.

En la tercera parte de la encuesta se realizan una batería de cuestiones para recoger la opinión de los alumnos sobre diferentes recursos y valoraciones propias sobre el tema estudiado. El primero de los tres bloques se centra en los recursos ofrecidos por la universidad con relación a las asignaturas de estadística cursada. En primer lugar se pide una valoración sobre el uso que se hace en la propia facultad de los recursos ofrecidos. En las tres universidades los estudiantes ven que se hace un uso alto o muy alto de los recursos, destacando la UOC por encima de las otras dos. Hay una percepción de un uso alto de software estadístico en general. En cambio el uso de software matemático se percibe como más bajo. Sobre el uso de elementos online y TICs para el proceso de evaluación se ve en general como alto.

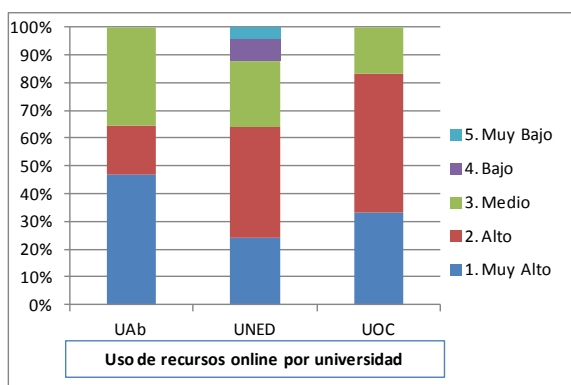


Gráfico 5.5. Uso de los recursos por universidad

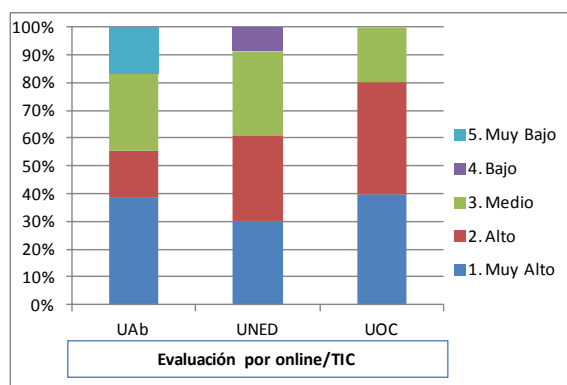


Gráfico 5.6. Evaluación online mediante TIC

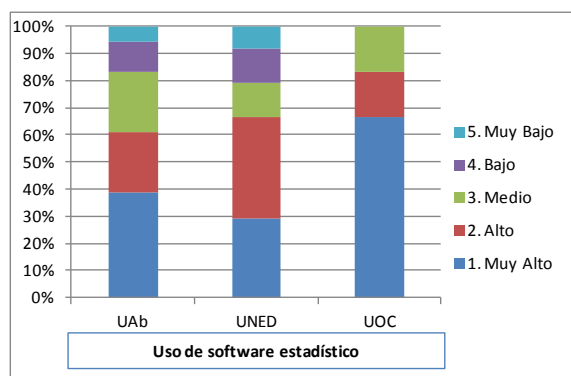


Gráfico 5.7. Uso de software estadístico

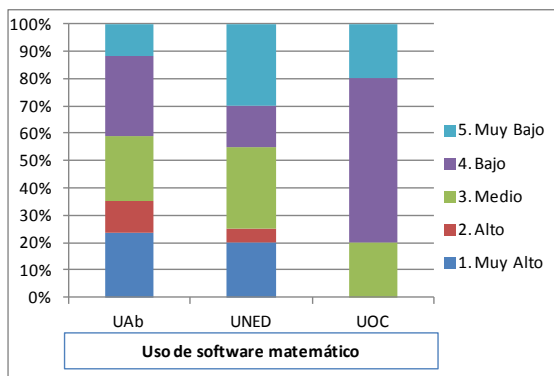


Gráfico 5.8. Uso de software matemático

En el siguiente bloque se evalúa algunos aspectos vinculados con la plataforma online de cada universidad. En general los diferentes aspectos que se preguntan sobre la plataforma como contenidos, recursos, diseño, software estadístico incorporado, interactividad, facilidad de uso, feedback por parte del profesorado o utilidad de la propia plataforma son positivos o muy positivos. Por universidad los resultados son más positivos en la UOC y un poco más críticos en

la UNED, sobre todo en la interactividad y facilidad de uso y en el feedback por parte del docente.

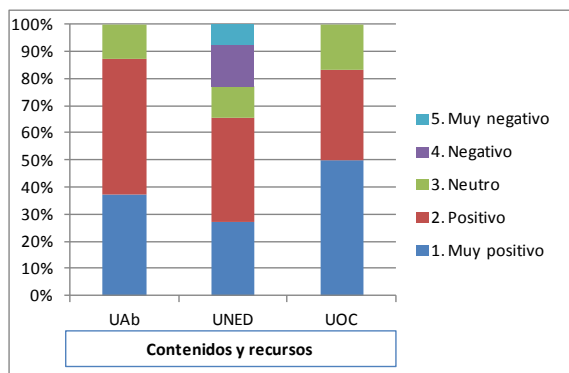


Gráfico 5.9. Evaluación de los contenidos

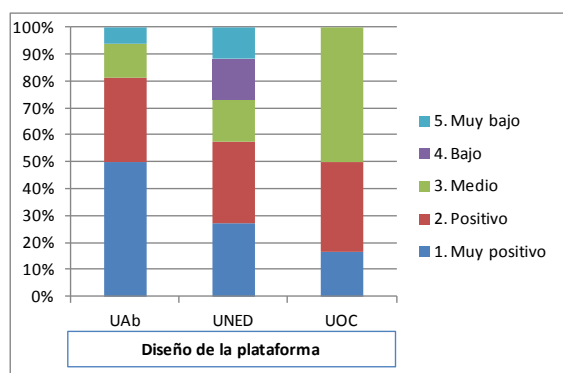


Gráfico 5.10. Evaluación del diseño

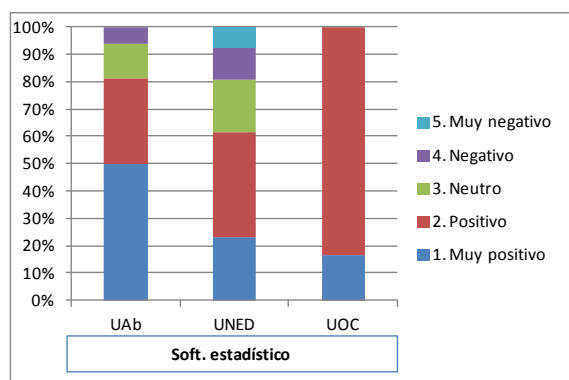


Gráfico 5.11. Evaluación del software estadístico

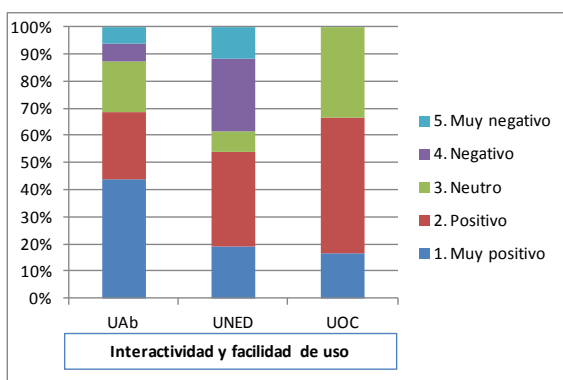


Gráfico 5.12. Evaluación de la interactividad

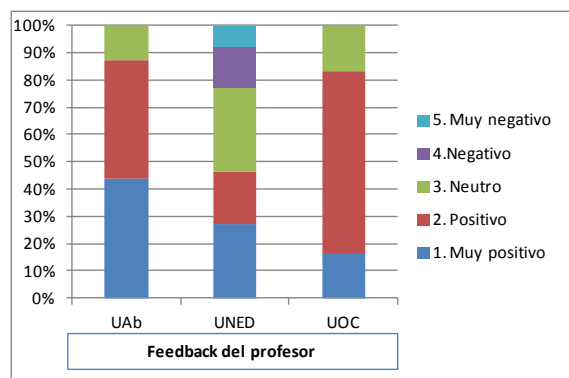


Gráfico 5.13. Evaluación feedback del profesor

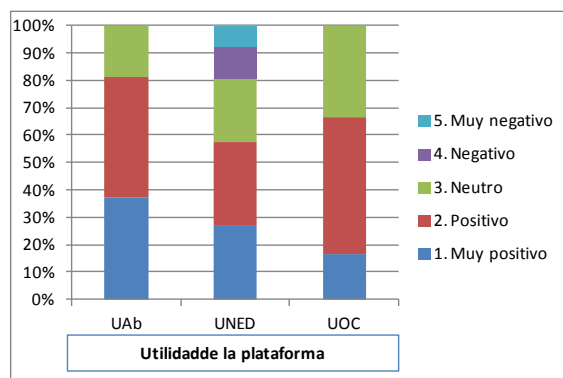


Gráfico 5.14. Evaluación utilidad de la plataforma

En el tercer y último bloque de esta parte se interroga sobre una serie de afirmaciones y se pide que valoren en qué grado están de acuerdo con cada una. En primer lugar se les pide valorar si está a favor con el desarrollo de nuevas tecnologías en el ámbito educativo, lo que sale, como cabía esperar, bastante a favor. Seguidamente se les pide que indiquen si creen que el uso de recursos tecnológicos favorece sus resultados, y la mayoría de encuestados así lo cree pero se detectan algunas indecisiones que pueden reflejar cierta duda. Cuando preguntamos si el desarrollo de TIC puede perjudicar decrementando la calidad de los contenidos empezamos a tener diversidad de opinión. Los estudiantes de la UNED, en general

piensan que no es así, pero en la UOC y en UAb hay equilibrio entre los que está de acuerdo y los que no en este sentido. Se está de acuerdo en que la simulación y los ejemplos interactivos en general sirven para comprender conceptos teóricos más complejos. Finalmente, la mayoría de los encuestados opinan que aún se puede y se debe seguir desarrollando en el aspecto de e-learning en el ámbito de la formación estadística.

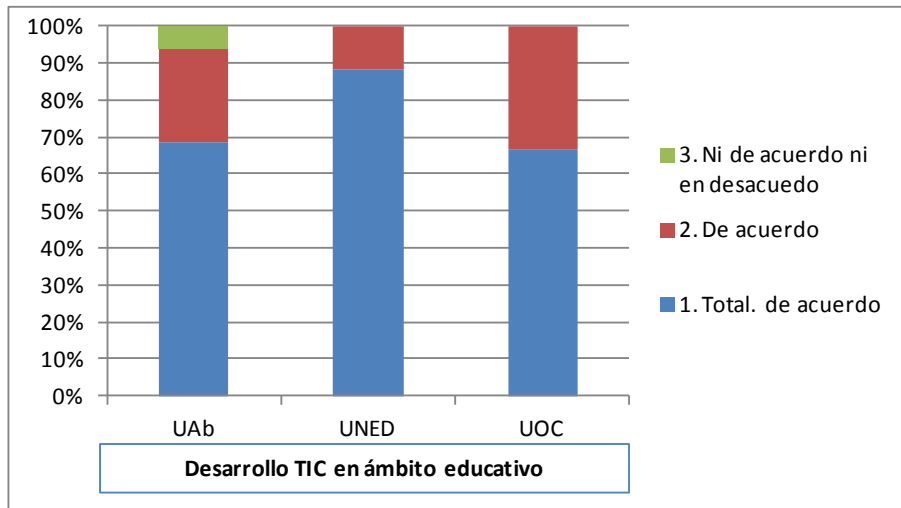


Gráfico 5.15. Hay que desarrollar TIC en el ámbito educativo

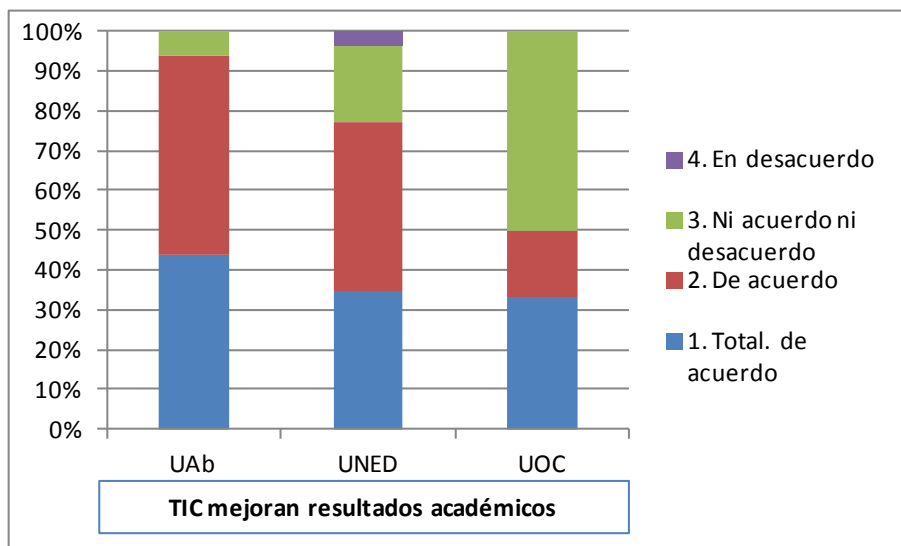


Gráfico 5.16. Los elementos TIC mejoran resultados académicos.

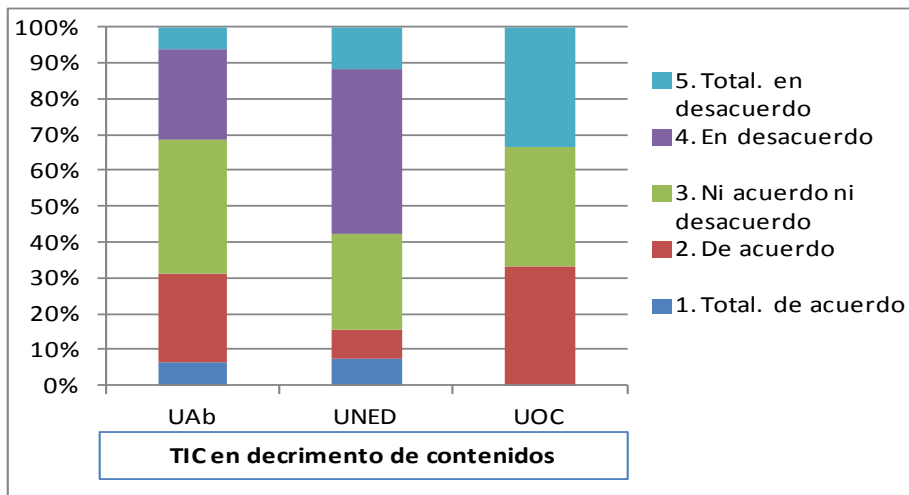


Gráfico 5.17. Los contenidos bajan por las TICs.

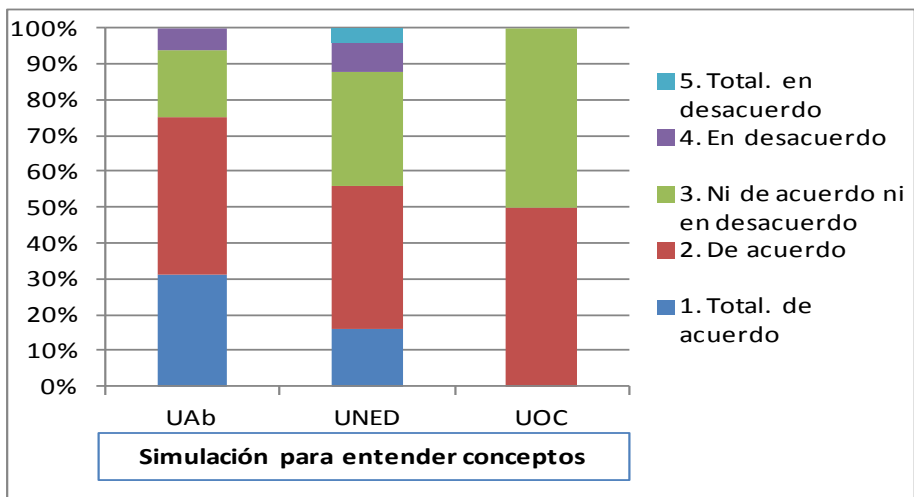


Gráfico 5.18. La simulación estadística ayuda a comprender conceptos.

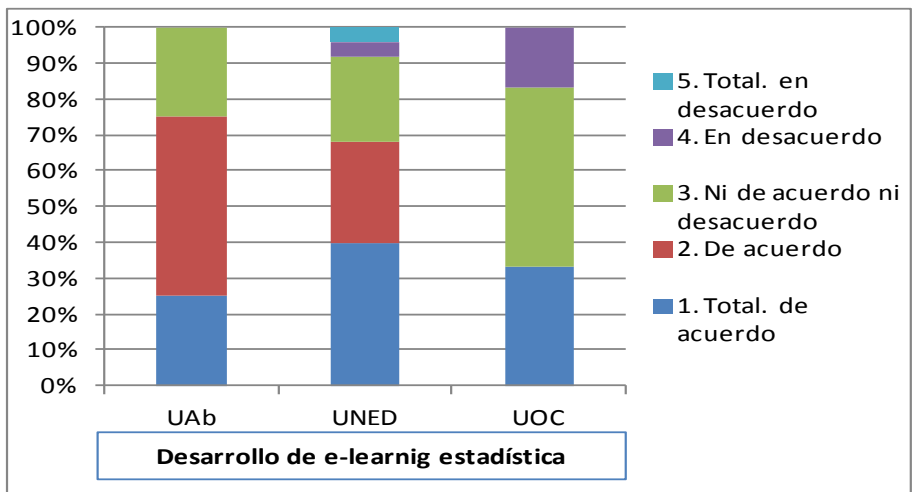


Gráfico 5.19. Hay invertir más recursos en el desarrollo del el e-learnig en el área de estadística (en decremento de otros).

5.6. Conclusiones

Las conclusiones expuestas a continuación son el reflejo de la investigación realizada durante la elaboración de este proyecto. Es importante remarcar que el alcance de este proyecto al principio era muy ambicioso y hemos dispuesto de apenas cuatro meses para elaborar este trabajo. Llegar a la población objetivo ha sido complicado ya que es número pequeño y no se puede acceder directamente a ella, se ha tenido que acceder a través de sus profesores y coordinadores de los masters y doctorados. En algunos casos se ha obtenido una respuesta significativa y representativa pero en otros casos la recepción ha sido muy escasa o prácticamente nula. Otro factor importante a tener en cuenta es que la encuesta, por la dimensión del estudio y recursos disponibles, ha sido lanzada a alumnos en activos. Hubiera sido interesante analizar los datos y opiniones de estudiantes de cursos pasados para tener además una referencia temporal. Además, debido a la limitación temporal del proyecto, la encuesta ha sido lanzada en unas fechas muy concretas y delimitadas, lo que dificulta extremadamente la toma de datos así como la replicación de resultados y contrastes.

Aun así disponemos de la suficiente información para sacar unas conclusiones clara y mostrar unas tendencias en el contexto de la investigación.

Lo primero que podemos observar es que hay un conocimiento alto de los diferentes recursos tecnológicos disponibles o existentes en cada universidad y estudios pero que aún sigue teniendo una utilización menor de la esperada, en general por debajo del 50% de los alumnos hacen uso de algún tipo de recurso TIC en sus estudios. Con respecto a que recursos son los que más son utilizados, los resultados del estudio indican que los foros, la consulta de información general del curso y los materiales didácticos son los que más uso se hacen. Otros como laboratorios virtuales, aplicaciones online, editores de fórmulas o videoconferencias son los que menos, incluso en muchos casos ni siquiera conocen la existencia de estos recursos.

Cuando preguntamos por el software estadístico que conocen y que utilizan claramente destacan dos paquetes: R y SPSS. En la UNED es el SPSS el que más veces aparece y en la UAb y en la UOC es R, aunque con una notable aparición de SPSS también. Lo que está claro es que estos dos paquetes son claramente los que más se usan a nivel educativo para el ámbito estadístico, muy por encima de otros paquetes como SAS, Stata o Statgraphics. A nivel de cálculo matemático se menciona Matlab y Maple, pero también muy por debajo de R o SPSS. Llama la atención que más de un 25% de los encuestados no usan software estadístico estando matriculados en cursos de estadística.

Con respecto a las valoraciones y opiniones personales de los encuestados, cuando preguntamos sobre los recursos disponibles en su universidad y estudios, en términos generales se manifiestan como aceptables o muy aceptables. Cuando se les pregunta sobre la plataforma o campus virtual en general están satisfechos o muy satisfecho, lo único que se podría comentar es que hay algún caso que ve complicado su uso. El último bloque que se sondea en términos generales es sobre e-learning, y los resultados muestran que se está a favor de este tipo de enseñanza basada en las nuevas tecnologías.

Como conclusiones de este estudio a través de estos resultados podemos establecer que hay una tendencia o interés generalizado en las nuevas tecnologías y en los TIC, pero aún no hay un uso generalizado entre el alumnado y el profesorado. Esto puede ser debido a que todavía no hay una interiorización de estas nuevas tecnologías en el ámbito educativo. El alumno que tiene estadística como asignatura transversal en sus estudios aún es conservador a la hora de formarse en esta área. Por su parte el docente tiene que motivar e incentivar a usar nuevas herramientas y enfoques pedagógicos como es el uso de tecnología y herramientas TIC. Las instituciones también tiene la responsabilidad de fomentar el uso de estas nuevas formas de aprendizaje y dedicar recursos en todos los aspectos.

Por otro lado, todos estos cambios son muy recientes en la sociedad, el perfil del alumno de las universidades a distancia es de alrededor de 35 años y normalmente los estudios cursados no son los primeros que realiza a nivel universitario. Es decir, no es 'nativo digital', seguramente sus anteriores estudios los ha realizado de una manera 'clásica' y en estos casos, que además, como decíamos antes, la estadística suele ser una asignatura transversal, es difícil cambiar las costumbres y hábitos formativos.

Es por ello que si se apuesta por utilizar este tipo de recursos hay que hacerlo sobre seguro. Es importante que para el alumno sea fácil acceder y manejar estas herramientas, que se sienta cómodo en este nuevo entorno y vea que le proporciona un valor añadido en su formación. Iniciativas como la de la UAb en la que se proporciona a los nuevos estudiantes cursos para manejarse en estos entornos o de herramientas concretas que si dominan van a suponer un refuerzo y una ayuda a lo largo de su carrera tanto formativa como profesional, en vez de una carga y desafío añadido, deben ser el tipo de iniciativas que se deban tomar a nivel institucional.

Tarea del docente también es acotarles y seleccionar aquellos recursos que sean más interesantes para su formación. El problema de la actual sociedad de la información, no es llegar al recurso, es localizarlo. Efectivamente hay multitud de sitios y referencias con multitud de recursos de todo tipo. Esto puede abrumar al alumno si no se le hace una buena selección de estos recursos. Además, cada vez aparecen más y mejores elementos y es importante identificarlos y saber cómo y dónde aplicarlos.

También es importante que estos recursos tecnológicos se adapten bien a un buen y efectivo sistema pedagógico. Con los nuevos enfoques educativos como la declaración de Bolonia o el Espacio Europeo de Educación Superior se dan las pautas y directrices con las que actuar, con un ambiente de aprendizaje activo dónde se han de utilizar estos recursos tecnológicos junto con otros pedagógicos como aprendizaje cooperativo o inductivo.

La tecnología puede ser un catalizador para la enseñanza y el aprendizaje si el alumno es capaz de resolver un problema, crear nuevos problemas que puedan resolverse y ser capaz de crear nuevos productos valiosos para otros seres, es decir que sea capaz de activar su inteligencia. Por lo tanto podemos decir que los diferentes recursos de e-learning pueden ser una herramienta impulsora para el aprendizaje y enseñanza universitaria.

Podemos concluir que un uso correcto de estas tecnologías online en el ámbito estadístico bajo unas técnicas y estrategias pedagógicas adecuadas potencia la motivación por parte del

estudiante en esta área facilitándole el aprendizaje lo que permite establecer objetivos más amplios tanto para el educador como para el alumno.

6. ENFOQUES PARA FUTUROS ESTUDIOS

Con el fin de justificar resultados y planteamientos teóricos es importante obtener resultados empíricos que lo evidencie. Ante la falta de estudios en esta área se plantea diversas alternativas y modelos.

Un planteamiento muy interesante es mediante estudio observacional por cuestionarios lanzados directamente a los usuarios finales. Se puede, por ejemplo, medir diferentes aspectos de herramientas y aplicaciones tecnológicas específicas, como un software determinado, o un recurso digital concreto como videoconferencias, foros, etc. Puntos a evaluar puede ser la navegabilidad, la accesibilidad o la usabilidad. Un tipo de formulario que funciona muy bien son las valoraciones por parte del sujeto al estudio de una serie de enunciados que evalúen las diferentes características a medir. Se suele utilizar en este caso la Escala Likert [75].

Otra metodología muy interesante es utilizar técnicas de medición de calidad de servicio percibido (PSQ), aplicado ya en algún estudio como el realizado para evaluar la calidad de servicio de la UOC [76]. Aunque este estudio se realizó desde un punto de vista holístico también se puede aplicar para factores o aspectos determinados. Una forma de llevar a cabo este estudio, como se hizo en la referencia anterior, es realizarlo en dos fases, una primera identificando los aspectos claves a medir mediante la técnica de incidentes críticos (CIT), y una segunda dónde se clasifican los datos en categorías que representan las diferentes secciones de la calidad de servicio. Mediante un análisis factorial se unifican factores. Una ventaja de esta metodología es la facilidad de obtener la información de los usuarios frente a otras técnicas cualitativas como los grupos.

También se puede utilizar otras metodologías para detectar mejoras o fallos en las aplicaciones mediante el uso de otras herramientas de estudio como los paneles de investigación. Utilizando software que monitorice la forma de uso por parte del estudiante también permite sacar información muy interesante.

Una necesidad que existe actualmente y que cada vez será mayor es la recopilar, o al menos facilitar la búsqueda, en todos los recursos relacionados con el área pedagógica de la estadística. Recopilar, o por lo menos identificar cuáles son los más valiosos o interesantes, es una tarea que sería muy bien recibida por parte de la comunidad educativa.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Wallman, K. K. (1993). Enhancing Statistical Literacy: Enriching our Society, *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1-8.
- [2] Gal, I. (2002). Adults' Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. With Discussion, *International Statistical Review*, 70(1), 1-51.
- [3] Watson, J. M. (1997). Assessing Statistical Thinking Using the Media, In *The Assessment Challenge in Statistics Education*, Gal, I. and Garfield, J. B. (Eds.). Amsterdam: IOS Press and The International Statistical Institute, 107-121.
- [4] Svetlana Tishkovskaya, S. and Lancaster, G.A., *Statistical Education in the 21st Century: a Review of Challenges, Teaching Innovations and Strategies for Reform*, Lancaster University, *Journal of Statistics Education* Volume 20, Number 2 (2012), www.amstat.org/publications/jse/v20n2/tishkovskaya.pdf
- [5] Garfield, J. (1995). How Students Learn Statistics, *International Statistical Review*, 63(1), 25-34.
- [6] Wells, H.G. (1903). *Mankind in the Making*
- [7] Garfield, J. and Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*, Springer.
- [8] Misuse of statistics, Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Misuse_of_statistics
- [9] Atherton, J. (2011). *Learning and Teaching; Cognitive Theories of Learning*, <http://www.learningandteaching.info/learning/cognitive.htm>
- [10] Cooperstein, S. and Kocevar-Weidinger, E., (2004). Beyond Active Learning: a Constructivist Approach to Learning, *Reference Services Review*, 32(2), 141-148.
- [11] Lovett, M. and Greenhouse, J. (2000). Applying Cognitive Theory to Statistics Instruction, *The American Statistician*, 54(3), 196-206.
- [12] Roseth C., Garfield J., and Ben-Zvi D. (2008). Collaboration in Learning and Teaching Statistics, *Journal of Statistics Education*, 16(1). www.amstat.org/publications/jse/v16n1/roseth.html
- [13] Deignan, T. (2009). Enquiry-Based Learning: Perspectives on Practice. *Teaching in Higher Education*, 14(1), 13-28.
- [14] Lancaster, G. (2011). How Statistical Literacy, Official Statistics and Self-Directed Learning Shaped Social Enquiry in the 19th and Early 20th Centuries, *Journal of the International Association for Official Statistics*, 27(3, 4), 99-111.
- [15] Barrett, T. (2005). Understanding Problem Based Learning, In *Handbook of Enquiry and Problem-Based Learning*, Barrett, Mac Labhrainn, and Fallon (Eds). Galway: CELT. <http://www.nuigalway.ie/celt/pblbook/>
- [16] Mungo J. (2004), *e-learning/e-teaching: An Implementation and Evaluation of a Finance Introductory Course*, Master Thesis, CASE, Humboldt, Berlin

- [17] Abdullah, F. (2005) HEDPERF versus SERVPERF: The quest for ideal measuring instrument of service quality in higher education. *Quality Assurance in Education*, Vol. 13, No. 4, pp 305-327.
- [18] Martinez, M.; Castan, J.; Juan, A. (2010): How do Students Measure Service Quality in e-Learning? A Case Study Regarding an Internet-based University. *Electronic Journal of e-Learning*, Vol. 8, Issue 2, pp. 151-160. ISSN: 1479-4403.
- [19] Carrasco A, García E; de la Iglesia C (2005). Las TIC en la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Dos experiencias docentes en teoría económica. *Revista Iberoamericana de Educación*. http://www.rieoei.org/tec_edu36.htm
- [20] Juan, A.; Steegmann, C.; Martinez, M.; Huertas, M.; Simosa, J. (2011): Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors' point of view. *Int. J. of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 42, Issue 2, pp. 141 – 153. DOI: 10.1080/0020739X.2010.526254
- [21] M. Van der Wende, The Bologna declaration: Enhancing the transparency and competitiveness of European Higher Education, *Higher Educ. Europe* 25 (2000), pp. 305–310.
- [22] European Commission, Communication from the Commission: E-Learning – Designing tomorrow's Education, European Commission, Brussels, 2000.
- [23] Garfield, J. and Ben-Zvi, D. (2007). How Students Learn Statistics Revisited: A Current Review of Research on Teaching and Learning Statistics, *International Statistical Review* 75(3), 372-396, doi:10.1111.
- [24] Steegmann, C.; Huertas, M.; Juan, A.; Prat, M. (2008): E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, Volume 5, Issue 2, pp. 1-14. ISSN: 1698-580X
- [25] Trenholm, S.; Juan, A.; Simosa, J.; Oliveira, A.; Oliveira, T. (2011): "Some Long-Term Experiences on Mathematical E-Learning in Europe and USA: A comparative study regarding different higher-education models. In: Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.) (2011): *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)
- [26] Brown, E. and Kass, R. (2009). What Is Statistics? *The American Statistician*. 63(2), 105-110.
- [27] Kettenring, J., Lindsay, B., and Siegmund, D. (2003). *Statistics: Challenges and Opportunities for the Twenty-first Century*. National Science Foundation workshop report. http://www.math.ucdavis.edu/~tracy/courses/math280/nsf_report.pdf
- [28] Howell, S. L., Williams, P. B., & Lindsay, N.K. (2003). Thirty-two trends affecting distance education: An informed foundation for strategic planning. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 6(3), 1–18.
- [29] Juan, A.; Faulin, J.; Fonseca, P.; Steegmann, C.; Pla, L.; Rodriguez, S.; Trenholm, S. (2009): Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia. In B. Olaniran (ed.): *Cases on Successful ELearning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy*, pp. 298-311. ISBN: 978-1-60566-942-7. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)

- [30] Barton B, Chan R, King C, Neville-Barton P, Sneddon J (2005). EAL undergraduates learning mathematics. *International Journal of Science in Mathematics Education*. N.º 7, pág. 721-729.
- [31] Quality assurance agency for higher education (2006). Code of Practice for the assurance of academic quality and standards in higher education. United Kingdom . QAA.
- [32] Michael, S.; Balraj, L. (2003). Higher education institutional collaborations: an analysis of models of joint degree programs. *Journal of Higher Education Policy and Management*. Vol. 25, n.º 2, pág. 131-145.
- [33] Härdle WK, Klinke S, Ziegenhagen U (2006), E-learning statistics: a selective review, SFB 649 discussion paper 2006,024, <http://hdl.handle.net/10419/25107>
- [34] Goodman, T. A. (1986). Using the Microcomputer to Teach Statistics. *Mathematics Teacher*, 79, 210-215.
- [35] Sullivan, M. M. (1993). Students Learn Statistics When They Assume a Statistician's Role. ERIC Document Reproduction Service No. 368 547, Boston, MA.
- [36] Velleman, P. F., and Moore, D. S. (1996). Multimedia for Teaching Statistics: Promises and Pitfalls. *The American Statistician*, 50, 217-225
- [37] Mills, J.D. (2002). Using Computer Simulation Methods to Teach Statistics: A review of the literatura. *Journal of Statistics Education*, 10(1).
- [38] Yu, C., Behrens, J. T., and Anthony, S. (1995). Identification of Misconceptions in the Central Limit Theorem and Related Concepts and Evaluation of Computer Media as a Remedial Tool. ERIC Document Reproduction Service No. 395 989, New Orleans, LA.
- [39] GAISE College Report. (2010). Guidelines for Assessment and Instruction in Statistical, Education (GAISE) College Report. The American Statistical Association. <http://www.amstat.org/education/gaise>
- [40] Chance, B., Ben-Zvi, D., Garfield, J., & Medina, E. (2007). The role of technology in improving student learning of statistics. *Technology Innovations in Statistics Education*, 1(1). <http://www.escholarship.org/uc/item/8sd2t4rr#page-1>
- [41] Titman, A., & Lancaster, G. (2011). Personal Response Systems for teaching postgraduate statistics to small groups. *Journal of Statistics Education*, 19(2), n2. <http://www.amstat.org/publications/jse/v19n2/titman.pdf>
- [42] Mills, J. D., & Raju, D. (2011). Teaching statistics online: a decade's review of the literature about what works. *Journal of Statistics Education*, 19(2), n2. <http://www.amstat.org/publications/jse/v19n2/mills.pdf>
- [43] Phillips, B. (2003). Overview of Online Teaching and Internet Resources for Statistics Education, In *Proceedings of The IASE Satellite Conference on Statistics Education and the Internet*, Berlin. <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications.php?show=6>
- [44] Java virtual machine, Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Java_virtual_machine
- [45] Graphical user interface. http://en.wikipedia.org/wiki/Graphical_user_interface

- [46] Klinke, S. (2004): Q&A - Variable multiple choice exercises with commented answers. In: Antoch, J. (ed.) COMPSTAT. Proceedings in Computational Statistics - 16th Symposium held in Prague, Physika Verlag, Heidelberg, p. 1299-1304
- [47] Dinov ID. (2006), SOCR: Statistics Online Computational Resource., J Stat Softw. 2006 Oct 1;16(11). pii: RePEc:jss:jstsof:16:i11.
- [48] Krishnamurthy D (2005), Statistical Online Computational Resources and Teaching Tools, Thesis, University of California
- [49] GNU General Public License. <https://gnu.org/licenses/gpl.html>
- [50] Oliveira, A. & Oliveira, T.A. (2008): E-Learning and E-Teaching Statistics: Moodle and R Applications. 11-14 June 2008, Lisbon. Article publishing in CD, EDEN 2008 ANNUAL CONFERENCE- New Learning Cultures, Edited by Alan Trait and András Szucs on the behalf of the European Distance and E-Learning Network.
- [51] Moodle, Wikipedia. <http://es.wikipedia.org/wiki/Moodle>
- [52] Crawley, M. J. (2007): The R Book. John Wiley & Sons, New York. ISBN-13: 978-0-470-51024-7.
- [53] R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, (2010). URL: <http://www.r-project.org> ISBN 3-900051-07-0.
- [54] Mayadas, A. F., Bourne, J., & Bacsich, P. (2009). Online education today. Science, 323(5910), 85. doi:10.1126/science.1168874
- [55] Schneckenberg, D. (2006). E-competence in European higher education-ICT policy goals, change processes and research perspectives. The challenge for e-competence in academic staff development. Centre for Excellence in Teaching and Learning NUIG & European eCompetence Initiative.
- [56] Schneckenberg, D. (2009). Understanding the real barriers to technology-enhanced innovation in higher education. Educational Research, 51(4), 411–424. doi:10.1080/00131880903354741
- [57] World Internet Users Statistics Usage and World Population Stats. <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- [58] Bernard, R. M., Abrami, P. C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A., & Wozney, L. (2004). How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature. Review of Educational Research, 74(3), 379. doi:10.3102/00346543074003379
- [59] BBC News, 1 de julio de 2010, <http://www.bbc.co.uk/news/10461048>
- [60] CNET News, 6 de mayo de 2009 http://news.cnet.com/8301-13505_3-10234555-16.html
- [61] Bradwell, P. (2009). The edgeless university: Why higher education must embrace technology. London, UK: DEMOS think tank.

- [62] Juan, M. Huertas, C. Steegmann, C. Corcoles, and C. Serrat, Mathematical e-learning: State of the art and experiences at the Open University of Catalonia, *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.* 39 (2008), pp. 455–471.
- [63] UNED: Sobre La UNED.
http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,25451643&_dad=portal&_schema=PORTAL
- [64] UNED: Biblioteca UNED.
http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,505432,93_25992941&_dad=portal&_schema=PORTAL
- [65] UNED: UNED Abierta.
http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,25723475&_dad=portal&_schema=PORTAL
- [66] Plataforma aLF de la UNED: <https://www.innova.uned.es/index>
- [67] Plataforma WebCT UNED: <https://virtual0.uned.es/>
- [68] UNED: Perfil de la UNED.
http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/PLANIFICACION/INFORMES/UNIVERSIDAD/PERFIL_UNED_20090327.PDF
- [69] Olga C. Santos, Jesús G. Boticario, Emmanuelle Raffenne, Rafael Pastor. Why Using dotLRN? UNED Use cases. Proceedings of the FLOSS International Conference 2007
- [70] Ludivine Martin, Emmanuelle Gutiérrez y Restrepo, Carmen Barrera, Alejandro Rodríguez Ascaso, Olga C. Santos, Jesús G. Boticario. Usability and Accessibility Evaluations along the eLearning Cycle. Lecture Notes in Computer Science LNCS 4832, 2007
- [71] J. G. Boticario, O. C. Santos. An open IMS-based user modelling approach for developing adaptive learning management systems. <http://jime.open.ac.uk/2007/02>
- [72] Olga C. Santos, Jesús G. Boticario, Alejandro Rodríguez Ascaso, Emmanuelle Gutierrez y Restrepo, Carmen Barrera. Cursos Accesibles y Reusables sobre la plataforma ALPE. Proceedings of the FLOSS International Conference 2007
- [73] J. G. Boticario, R. Pastor, E. Raffenne, M. Aguado, D. Arroyo, M. A. Cordova, J.L. Guzmán, T. Garcia, S. Hermira, J. Ortíz, A. Pesquera, H. Romojaro, S. Valiente. ALF: Arquitectura Open-Source para la Gestión de Servicios de Aprendizaje y Colaboración. Jornadas TIC-UNED 2005
- [74] Pearson, MyMathLab. <http://www.pearsonmylabandmastering.com/northamerica/mymathlab/>
- [75] Linkert scale, Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Likert_scale
- [76] Martínez Argüelles, María Jesús; Blanco, Miguel; Castán, José M. (2013). "Las dimensiones de la calidad del servicio percibida en entornos virtuales de formación superior" *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 10, n.º 1, págs. 89-106. UOC. <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/1411>
- [77] Vélez, R. (2012) *Introducción al Movimiento Browniano*. Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Cálculo Numérico. UNED.

- [78] Vance, Ashlee (2009-01-07). Data Analysts Are Mesmerized by the Power of Program R: [Business/Financial Desk]. The New York Times.
- [79] Vance, Ashlee (2009-01-08). R You Ready for R?. The New York Times.
- [80] JUAN, Ángel A.; HUERTAS, María Antonia; CUYPERS, Hans; LoCH, Birgit (2012). Aprendizaje virtual de las matemáticas. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). vol. 9, n.º 1, págs. 86-91 UoC. <<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-juan-huertas-cuypers-loch/v9n1-juanhuertas-cuypers-loch>> ISSN 1698-580X
- [81] JUAN, Ángel A.; HUERTAS, María Antonia; CUYPERS, Hans; LoCH, Birgit (2012). Mathematical e-learning. Universities and Knowledge Society Journal (RUSC). vol. 9, No 1. pp. 278-283 UoC. <<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-juan-huertas-cuypers-loch/v9n1-juanhuertas-cuypers-loch-eng>> ISSN 1698-580X
- [82] DINOVID, Christou N. (2009), Statistics Online Computational Resource for Education, Teach Stat. 2009 May ; 31(2): 49–51. doi:10.1111/j.1467-9639.2009.00345.x.
- [83] Chu A, Jenny Cui J, and Dinov ID (2009), SOCR Analyses – an Instructional Java Web-based Statistical Analysis Toolkit, MERLOT Journal of Online Learning and Teaching
- [84] Pezzullo JC, Statistical Books, Manuals and Journals, <http://statpages.org/javasta3.html>
- [85] Pezzullo JC, Interactive Statistical Demonstrations and Tutorials, <http://statpages.org/javasta4.html>
- [86] On-line resources in statistics, University Park, Pennsylvania. http://astrostatistics.psu.edu/statcodes/sc_resources.html
- [87] List of statistical packages, Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_statistical_packages
- [88] García Pérez, Alfonso (2010). Estadística aplicada con R. Universidad Nacional de Educación a Distancia
- [89] García Pérez, Alfonso (2012). Métodos avanzados de estadística aplicada: Métodos robustos y de remuestreo. Universidad Nacional de Educación a Distancia
- [90] García Pérez, Alfonso (2008). Métodos avanzados de estadística aplicada: técnicas avanzadas. Universidad Nacional de Educación a Distancia
- [91] García Pérez, Alfonso (2008). Estadística aplicada: conceptos básicos. Universidad Nacional de Educación a Distancia
- [92] Fernández de Troconiz, A. (1987). Modelos lineales. Universidad del País Vasco
- [93] Faraway, Julian J. (Julian James) (2005). Linear models with R. Chapman & Hall/CRC
- [94] Faraway, Julian J. (Julian James) (2006). Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. Chapman & Hall/CRC

- [95] IRM. (2004). International Review of UK Research in Mathematics. Report on the Review undertaken on behalf of the EPSRC and the CMS. <http://www.epsrc.ac.uk/SiteCollectionDocuments/Publications/reports/irmaths2003.pdf>
- [96] Alonso, Félix; Rodríguez, Gerardo; Villa, Agustín de la (2007). New challenges, new approaches: A new way to teach Mathematics in Engineering. En: International Conference on Engineering Education – ICEE 2007 (Septiembre: Coimbra, Portugal) <http://icee2007.dei.uc.pt/proceedings/papers/122.pdf>
- [97] Faulín, J., & Juan, Á. A. (2005). Simulación de Monte Carlo con Excel. http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Simulacion_MC.pdf
- [98] Tillé, Y., & Matei, A. TEACHING SURVEY SAMPLING WITH THE 'SAMPLING'R PACKAGE. http://iase-web.org/documents/papers/icots8/ICOTS8_4J1_TILLE.pdf
- [99] Cobo, P., & Fortuny, J. M. (2005). El sistema tutorial AgentGeom y su contribución a la mejora de las competencias de los alumnos en la resolución de problemas de matemáticas.
- [100] Rodríguez, O. T., Avila, M. C., & Chourio, E. D. (2010). El modelo b-learning aplicado a la enseñanza del curso de matemática i en la carrera de ingeniería civil. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 10(3), 1-28.
- [101] Martínez Caro, E. (2012). E-learning: un análisis desde el punto de vista del alumno. *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*, 11(2).
- [102] Minguillón, J. (2007). Contenidos educativos en abierto. *RUSC: revista de universidad y sociedad del conocimiento*, 4(1).

8. APÉNDICES

8.1. Ejemplos de manipulación estadística o uso incorrecto de las estadísticas

- Bad Science (www.badsience.net) es la web de Ben Goldacre, columnista de The Guardian, que crítica errores e inexactitudes científicas publicadas en diferentes medios con intenciones alarmistas. Su éxito produjo la publicación del libro homónimo Bad Science. En (www.badsience.net/category/statistics) se centra en las tergiversaciones estadísticas.
- La versión hispana de la anterior referencia: Mitos y Fraudes (www.mitosyfraudes.org/Mala/MalaCiencia.html).
- Web de Michael Blastland (www.statlit.org/Blastland.htm) escritor y periodista británico cuyo programa radiofónico 'More or Less' emitido por la BBC se ha convertido en un referente en su género mostrando prácticas engañosas estadísticas.

8.2. Organismos e iniciativas que velan por mejorar la alfabetización estadística

- ISLP (International Statistical Literacy Project) cuya misión es 'apoyar, crear y participar en las actividades de alfabetización estadística y su promoción a lo largo de todo el mundo'.
- RSS (Royal Statistical Society) lanzó la campaña *getstats* el 20 de octubre de 2010, primer día mundial de la estadística con un alcance de 10 años va dirigido a la opinión pública, escuelas y universidades, empresas, sector industrial y medios de comunicación.
- La revista *Journal of the International Association for Official Statistics* dedico un número especial a la alfabetización estadística (Volumen 27, Números3,4; 2011) con los siguientes artículos: <http://www.statlit.org/pdf/2011SJIAOS-Vol27N3-TOC.pdf>
- El programa *CensusAtSchool* es un proyecto internacional orientado a los estudiantes de colegios.
- *Sense About Science* (www.senseaboutscience.org) vela por la buena calidad de la información científica y tiene programas orientadas a políticos y periodistas para evitar errores de interpretación y de comunicación de datos estadísticos.
- El parlamento del Reino Unido y la cámara de los comunes han elaborado diversas guías para la alfabetización estadística dirigida a miembros y personal del parlamento publicadas en la siguiente web www.parliament.uk/topics/Statistics-policy.htm
- Los sitios webs www.moreenumerate.org y www.straightstatistics.org son iniciativas de los medios de comunicación dirigidas a la mejora de la utilización de los datos por parte de los periodistas.

8.3. Listado de LMS

PLATAFORMA	WEB	LICENCIA	EJEMPLO DE UNIVERSIDAD
Canvas	www.canvas.net	Open Source	Santa Clara University
Claroline	www.claroline.net	Open Source	Université Catholique de Louvain
Dokeos	www.dokeos.com	Open Source	Université Paris Descartes
eFront	www.efrontlearning.net	Open Source	University of South Carolina
Fedena	www.projectfedena.org	Open Source	Koya University of North Iraq
ILIAS	www.ilias.de	Open Source	Universidad de Berna
Moodle	www.moodle.org	Open Source	Universidade Aberta
OLAT	www.olat.org	Open Source	University of Zurich
Sakai	www.sakaiproject.org	Open Source	Universidad Complutense de Madrid
.LRN	www.dotlrn.org	Open Source	Universidad Nacional de Educación a Distancia
Blackboard	www.blackboard.com	Propietario	Universidad de Derby
Desire2Learn	www.desire2learn.com	Propietario	Columbia College
eCollege	www.ecollege.com	Propietario	Arizona State University
Edmodo	www.edmodo.com	Propietario	*Red social educativa
HotChalk	www.hotchalk.com	Propietario	Concordia University
JoomlaLMS	www.joomlams.com	Propietario	University of Colorado
Latitude Learning	www.latitudelearning.com	Propietario	Primrose Schools
TrainCaster	www.traincaster.com	Propietario	Brown University

Tabla 8.1. Listado de LMS

8.4. Recursos de referencia

CURSOS Y EBOOKS

- <http://www.statsoft.com/textbook/> - Excelente libros electrónico sobre estadística que comprende desde lo más básico a temas avanzados. El único recurso web sobre estadística referenciado por la Enciclopedia Británica.
- <http://www.stat.berkeley.edu/users/stark/SticiGui/index.htm> - Completo libro online del profesor Philip Stark de la Universidad de California, Berkeley. Enriquecido con applets de Java, comentario de exámenes, glosario, conferencias y otras herramientas.
- <http://www.math.uah.edu/stat/> - Muy buen curso con un diseño bastante aceptable y actualizado que abarca desde la estadística más básica hasta temas avanzados de procesos estocásticos y con amplios recursos.
- <http://onlinestatbook.com/rvls.html> - prestigioso curso ganador de varios premios.
- <http://www.dartmouth.edu/~chance/> - curso de probabilidad.
- <http://surfstat.anu.edu.au/> - curso de estadística con ejercicios.
- <http://videlectures.net/Top/Mathematics/Statistics/> - conferencias en línea de alta calidad matemática y estadística.

- http://www.ted.com/search?cat=ss_talks&q=statistics - conferencias online de la prestigiosa plataforma TED.
- <http://www.stat.ucla.edu/labs/>,
http://www.stat.ucla.edu/~dinov/courses_students.html - Cursos estadísticos de la universidad de Los Angeles.
- www.psychstat.missouristate.edu – Libros en línea del profesor David W. Stockburger con multitud de recursos estadísticos de tecnología web para el aprendizaje.
- http://cast.massey.ac.nz/collection_public.html - colección de libros estadísticos para aprender métodos estadísticos.
- <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/index.htm> - libros electrónicos sobre estadística enfocados a estudiantes de ingeniería.
- <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/statnote.htm> - artículos y libros para temas avanzados de estadística.
- <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/home.html> - Completa relación de cursos sobre estadística del profesor Hossein Arsham de la Universidad de Baltimore. Algunos están traducidos al castellano.
- <http://knuth.uca.es/moodle/> - Moodle de la Universidad de Cádiz con cursos y recursos de libre disposición.

RECURSOS Y MATERIALES DE ENSEÑANZA

- <http://statpages.org/> - Completísima web con multitud de recursos de estadística.
- <https://www.causeweb.org/> - repositorio de recursos educativos para la estadística, muy grande y creciente. Muy recomendable.
- <http://www.merlot.org/> - repositorio con miles de recursos online estadísticos. Muy recomendable.
- <http://www.statsci.org/teaching.html> - repositorio de recursos estadísticos para la docencia.
- <https://apps3.cehd.umn.edu/artist/> - más de 1000 preguntas de exámenes catalogadas por tipo y contenido.
- <http://www.thatquiz.org/es/> - Exámenes y ejercicios online de matemáticas y estadística.
- <http://www.geogebra.org/cms/es/> - Utilitario de Matemáticas y Ciencias para enseñar y aprender.
- <http://wise.cgu.edu/> - Amplio conjunto de recursos estadísticos para la educación.
- <http://stat.cst.cmich.edu/statact/> - recursos recogidos de diferentes cursos y clases impartidas mediante aprendizaje cooperativo.

APPLETS

- <http://old.stat.duke.edu/sites/java.html> - Colección de applets de Java para principios de probabilidad y estadística.
- <http://www.rossmanchance.com/applets/> - Applets enfocados en la simulación para el aprendizaje de conceptos estadísticos.
- <http://sapphire.indstate.edu/~stat-attic/index.php> - Enlace a más de 600 applets para la enseñanza de temas básicos de estadística.
- <http://lstat.kuleuven.be/java/> - Applets para visualizar conceptos estadísticos.
- <http://statweb.stanford.edu/~susan/surprise/index.html> - Conjunto de applets sobre teoría estadística.
- <http://www.fmi.uni-sofia.bg/vesta/stat100/index.html> - Applets para juegos y análisis estadísticos.

CONJUNTOS DE DATOS

- <http://www.censusatschool.org.uk/> - proyecto internacional de recopilación de datos reales para su explotación.
- <http://lib.stat.cmu.edu/DASL/> - archivos de datos y forma de explotación que se le han dado.
- <http://www.esds.ac.uk/> - servicio de datos reales económicos del Reino Unido.
- http://www.amstat.org/publications/jse/jse_data_archive.htm - conjunto de datos sobre la educación en diversos formatos.
- <http://www.stars.ac.uk/> - recopilación de escenarios y datos reales con fines didácticos.
- <http://www.umass.edu/statdata/statdata/index.html> - conjuntos de datos clasificados por técnicas estadísticas aplicadas.
- <http://lib.stat.cmu.edu/index.php> - amplia colección de recursos estadísticos y datos.

VISUALIZACIÓN DE DATOS

- <http://www.gapminder.org/> - Fundación sin ánimo de lucro de Hans Rosling con el objetivo de transmitir y difundir las estadísticas para que sean fácilmente comprensible. Utiliza animaciones muy didácticas.
- <http://flowingdata.com/> - Blog del Dr. Nathan Yau centrado en la visualización de datos en el contexto cotidiano.
- <http://www.improving-visualisation.org.uk/> - Site enfocado a la visualización y difusión de resultados estadísticos. Se proporciona buenas prácticas y estudio de casos concretos.
- <http://www.datavis.ca/gallery/index.php> - Web con interesante colección de visualización de datos.
- <http://datavis.ca/milestones/> - Hitos cronológicos en la visualización de datos, gráficos estadísticos y cartografía temática.

PUBLICACIONES

- <http://www.jstatsoft.org/> - Journal of Statistical Software, publica artículos, programas y análisis de software y algoritmos estadísticos.
- <http://www.amstat.org/publications/jse/> - Journal of Statistics Education, prestigiosa revista online sobre temas estadísticos y de la educación.
- <http://www.mathstore.ac.uk/> - MSOR Connections, con artículos sobre la enseñanza y la investigación de matemáticas, estadística e investigación operativa.
- <http://plus.maths.org/content/> - Importante publicación sobre las matemáticas con artículos de prestigiosos autores.

OTROS

- <http://www.utstat.utoronto.ca/vukov/TeachingStats.htm> - Colección de enlaces y recursos estadísticos variados.
- <http://psych.hanover.edu/APS/teaching.html#statistics> - Enlaces y recursos para estudiantes de estadística en psicología.
- <http://psyresearch.org/statistics/> - Más recursos para estudiantes de psicología sobre estadística.
- <http://www.statsci.org/index.html> - Amplia colección de enlaces catalogados relacionados con la estadística.
- <http://people.reed.edu/~jones/statistics.html> - Página personal de recopilación de enlaces a recursos interesantes.
- <http://www.amstat.org/> - Asociación Americana de Estadística (ASA).
- <http://iase-web.org/> - Asociación Internacional para la Enseñanza de Estadísticas (IAESE).
- <http://www.ats.ucla.edu/stat/seminars/statteach/sites.htm> - Conjunto de recursos para aplicaciones estadísticas comerciales.
- <http://www.claviusweb.net/statistics.shtml> - Enlaces a diferentes recursos estadísticos encontrados por la Internet.
- <http://jsci.sourceforge.net/> - Paquete de Java con métodos y funciones matemáticas y estadísticas.
- <http://www.york.ac.uk/depts/maths/histstat/welcome.htm> - Interesante web sobre la historia de la estadística con enlaces y vida y obra de personajes importantes.
- <http://www.anselm.edu/homepage/jpitocch/biostatstime.html> - Breve cronología de las contribuciones estadísticas a lo largo de la historia.
- <http://gaussianos.com/> - Blog de matemáticas en castellano.
- <http://www.fotomat.es/> - Fotoblog sobre las matemáticas y la estadística.
- <http://www.esquemat.es/> - Blog de divulgación matemática.
- <http://chistemat.es/> - El lado más amable y divertido de las matemáticas.
- <https://twitter.com/notemates> - Las matemáticas en las redes sociales.
- <http://www.pinterest.com/notemates> - Las mejores imágenes sobre matemáticas.
- <http://carnavaldematematicas.bligoo.es/> - Iniciativa popular en la blogosfera.

8.5. Recursos para R

- Buscador de recursos R: rseek.org
- Wiki sobre R: rwiki.sciviews.org
- Blog sobre R: www.r-bloggers.com
- Recursos gráficos para R: <http://rgm3.lab.nig.ac.jp/RGM/>
- Comunidad virtual sobre R: www.inside-r.org
- Quick-R, web personal de recursos avanzados para R: www.statmethods.net
- Blog sobre recursos para R: www.r-statistics.com
- Recursos de R en la universidad de California UCLA: <http://www.ats.ucla.edu/stat/r/>
- Compañía que da soporte comercial para R: www.revolutionanalytics.com
- Estadísticas interactivas en mapas para R (actualmente en desarrollo):
<http://rmaps.github.io/>

8.6. Recursos y enlaces sobre MOOC

- Buscadores de MOOCs: www.mooc.es , busco-mooc.blogspot.com.es
- Mapa de las universidades españolas que ofrecen cursos MOOC en la actualidad:
<https://maps.google.es/maps/ms?msa=0&msid=216482308604320324986.0004d5f3596c217fcb5f2&dg=feature>
- Comunidad MOOC de Google+:
<https://plus.google.com/communities/117597752317421771748>
- Web sobre los MOOCs (¿Qué son los MOOCs?):
<http://desarrolloweb.dlsi.ua.es/cursos/2012/que-son-los-moocs/preguntas-respuestas>
- Directorio de MOOCs: www.mooc-list.com
- Plataforma de cursos online con los que se puede comercializar: www.udemy.com
- iDESWEB: Introducción al desarrollo web; uno de los MOOC pioneros:
<http://idesweb.es/> , <http://idesweb.blogspot.com.es/>
- Curso sobre entornos personales de aprendizaje para el desarrollo profesional docente ofrecido por la plataforma educaLAB del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte:
<https://mooc.educalab.es/>
- Iniciativa europea para la difusión de los MOOCs: www.openuped.eu
- Observatorio MOOC, análisis, noticias y tendencias: <http://blogmooc.iei.ua.es/>
- Plataforma de MOOC para emprendedores: <http://unimooc.com/>
- Lore: <http://lore.com/>

Otras iniciativas españolas:

- UNED COMA Universidad Nacional de Educación a Distancia: <https://unedcoma.es/>
- abiertaUGR (Universidad de Granada): <http://abierta.ugr.es/>
- Universidad Católica de Murcia. Unidad MOOC: <http://www.ucam.edu/estudios/mooc>

- UPV [X] (Universidad Politécnica de Valencia): <http://www.upvx.es/>
- Acamica: <http://www.acamica.com/>
- Difundi (cursos gratuitos y de pago): <https://www.difundi.com/es>
- Cursos de Community manager gratis: www.cursosdecommunitymanagergratis.com
- formaciononlinegratis.net
- Busuu: www.busuu.com/es
- unX: www.redunx.org, comunidad iberoamericana que ofrece a todos los emprendedores un entorno de colaboración y aprendizaje abierto, que se integra en las actuaciones de UNED Abierta.
- Web personal de Juan Medina, pionero de MOOC sobre estadística en castellano: <http://www.dmae.upct.es/~juan/matematicas.htm>

8.7. Comparativa paquetes estadísticos

En http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_statistical_packages tenemos una detallada de los principales paquetes estadísticos existentes en la actualidad.

