

ENSEÑANZA

En esta sección abordaremos los temas relacionados con la enseñanza de las Ciencias en general y la problemática que plantea la modalidad de su enseñanza a distancia.

Iniciamos la sección con una serie de artículos sobre los problemas metodológicos, el primero de los cuales ha sido realizado para este número por el Profesor **Santiago de Vicente Pérez**.

A continuación, incluimos un apartado dedicado al Laboratorio, del cual será responsable el Profesor **Manuel Yuste Llandres**.

Otro apartado está dedicado a los medios audiovisuales, que tanta importancia tienen en la enseñanza a distancia. Lo inicia el Profesor **Ángel Pérez Dorado** con una encuesta sobre la problemática que se plantea al realizar un vídeo científico, tanto desde el punto de vista de los profesores como de los técnicos del CEMAV.

Por último, se cierra la sección con recensiones de libros, vídeos y programas de ordenador de interés para el alumnado de la UNED.

PROBLEMAS METODOLÓGICOS DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Parte I: Generalidades y Enseñanza Presencial

INTRODUCCIÓN

Para comenzar, debo expresar mi agradecimiento a la Dirección de esta revista por la deferencia de invitarme a participar, dando a conocer mis ideas sobre la problemática que plantea la enseñanza a nivel universitario de las Ciencias habitualmente llamadas «experimentales», de las cuales, por ignorancia, me veo obligado a excluir otras, que, aún con un elevado grado de experimentalidad (Psicología Experimental, por ejemplo) siguen considerándose, a mi juicio erróneamente, como «materias humanísticas».

Aunque la revista que se inicia con este primer número entiendo que va dirigida a todos los estamentos de la comunidad universitaria, la deformación profesional que me reconozco, forjada a lo largo de muchos años de docencia en todos los niveles educativos, me obliga a dedicar estas reflexiones en especial a los alumnos de los primeros cur-

sos de la Facultad de Ciencias de la UNED.

La formación preuniversitaria de estos alumnos se ha desarrollado en el molde clásico de la enseñanza presencial, por lo que desconocen la enseñanza a distancia o tienen una idea imperfecta de ella.

Parece conveniente que, antes de tratar de la enseñanza a distancia de las Ciencias, lo hagamos de la materia objeto de esta enseñanza, las Ciencias experimentales, y también de las características generales de su didáctica.

Es evidente que los alumnos recién llegados a la UNED van a referir lo que aquí digamos a la enseñanza presencial, que conocen por sus estudios anteriores. Por ello este artículo va a tratar de *generalidades*, pero *con sesgo hacia la enseñanza presencial*, reservando para otro artículo próximo las características diferenciales de la enseñanza a distancia.

Para terminar con este preámbulo, considero necesaria una advertencia: expongo mis opiniones con sinceridad, pero sin pensar de ninguna forma que todo el mundo participe de ellas. Por el contrario, consideraría positivo que surgieran discrepancias, que podrían servir de punto de partida para una discusión

abierta, que indudablemente sería útil para todos.

LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Una Ciencia experimental cualquiera es una serie de conocimientos ligados entre sí por una cierta homogeneidad, que se presenta como una tentativa de explicación racional.

Para definir una Ciencia concreta es preciso indicar su *objeto* de atención, explicar la *finalidad* que se persigue sobre dicho objeto y mostrar la *metodología científica*, camino o modo de hacer que se sigue en la génesis de los conocimientos de que la Ciencia trate, que obtenidos de este modo se consideren «ciertos».

Como se deduce de esta definición de Ciencias experimentales, una serie de conocimientos descriptivos, sin relacionar entre sí, no puede denominarse Ciencia en el momento actual, sino que en realidad da cuenta de un estado primitivo, rudimentario, de una Ciencia sólo en ciernes.

La «certeza científica» no tiene los atributos de absoluta y perma-

nente; la historia, maestra de la vida, muestra cómo algunos principios y conocimientos han perdido validez explicativa y quedado obsoletos cuando no han tenido capacidad para interpretar y justificar hechos descubiertos con posterioridad, que deberían haber quedado «cobijados bajo su campo de acción».

En general, la certeza plantea un problema filosófico de gran envergadura, del cual poco podemos opinar los que nos autodenominamos «científicos experimentales», escasamente preparados, por desgracia, en cuestiones filosóficas.

Explicándonos en los términos generales que este artículo nos impone y teniendo en cuenta las restricciones indicadas al principio, podemos decir que *el objeto de las Ciencias experimentales es, en general, la materia*, en todas sus manifestaciones; y que dentro del campo general de las Ciencias, cada una de ellas se diferencia de las demás por su finalidad o aspectos que considera de la materia misma o de su comportamiento.

Aunque con matices diversos, el *método científico* es prácticamente el mismo en todas las Ciencias experimentales y consta de las siguientes etapas sucesivas:

— *observación inicial*, generalmente superficial y de índole cualitativa, que proporciona una intuición o visión primitiva de posibles relaciones causa-efecto en las propiedades o en el comportamiento de la materia;

— *experimentación*, forzosamente controlada y de naturaleza cuantitativa, con medición de las magnitudes que rigen las propiedades o los comportamientos;

— *enunciado o formulación de leyes científicas*, que explican y resumen relaciones causales; y, finalmente,

— *comprobación experimental* repetitiva de las leyes inducidas para poner de manifiesto su generalidad o verdadero alcance.

Como se ve, está plenamente jus-



Clase tutorial en un Centro Asociado de la UNED.

tificado el nombre de Ciencias experimentales.

Debe advertirse que la experimentación científica no se hace «a ciegas», sino que se planifica de forma racional, apoyándose en conocimientos establecidos con anterioridad y que conservan certeza científica. Gracias a esta forma de proceder se va ampliando el contenido de las Ciencias con relativa rapidez.

Es digno de destacar el aspecto utilitario que, en mayor o menor grado, caracteriza a las Ciencias experimentales, que, en general, sirven como norma de acción hacia aplicaciones prácticas, haciendo posible el progreso tecnológico; la ciencia, convertida en técnica ha revolucionado la vida de los pueblos y de las familias, elevando el nivel de vida y de bienestar de la humanidad.

Señalaremos también que el estado del desarrollo científico actual confiere a las ciencias una elevada capacidad de predicción de hechos o de relaciones aún no observados, mediante un método puramente deductivo, que da lugar a «predicciones teóricas». El nivel científico alcanzado por una Ciencia experimental se evalúa precisamente por el de su capacidad de predicción.

No obstante, los conocimientos generados mediante predicciones teóricas deben ser comprobados por experimentación (único contraste de validez), o, al menos, no entrar en contradicción con la realidad experimental.

Diremos, finalmente, que si se desea tener una visión más completa de una ciencia hay que tratar de conocer su estado actual, que se establece convenientemente a través de las ideas que han presidido su evolución histórica y que permite vislumbrar las tendencias que previsiblemente van a señalar la trayectoria de la Ciencia en un futuro inmediato.

LA ENSEÑANZA

Ya en el siglo IV a.C. decía PLATÓN que «más importante que gobernar a un pueblo es la ciencia de educar a la juventud», y en el siglo IV d.C. San Gregorio NACIANCENO manifestaba que «el arte de las artes es formar al hombre». Podría hacerse referencia a una serie interminable de frases grandilocuentes que exaltan la importancia de la tarea de enseñar, aunque en cierta contradicción, dicha tarea no haya alcanzado la remuneración econó-

mica, ni la consideración social de que gozaría si esas opiniones, sobre todo si proceden de los políticos de turno en el poder, fuesen realmente válidas desde un punto de vista operativo. Menos mal que los profesores universitarios con verdadera vocación de tales encuentran en su trabajo satisfacción suficiente, aunque no exenta a veces de cierta melancolía «no destructiva».

Como ejemplo del desprecio gubernamental que padecen los enseñantes, y según datos difundidos por los medios de comunicación, el salario de un Profesor Titular de Universidad es del mismo orden de magnitud que el de un Guardia Municipal de Madrid.

Mucho se ha dicho y escrito sobre la finalidad y la orientación óptima de la enseñanza universitaria, perdurando a lo largo del tiempo un debate abierto sobre dicho tema.

Aunque alguien haya afirmado lo contrario, una obligación ineludible de la Universidad es orientar a sus alumnos con vistas al ejercicio de una profesión.

Como ejemplo de discrepancia con esta idea puede citarse a Baltasar GRACIÁN (siglo XVII), cuando censuraba a la Universidad de Salamanca, que «formaba más letrados que personas».

Pero debe quedar claro que la formación que debe proporcionar una Licenciatura en Ciencias no puede abarcar todos los detalles prácticos necesarios para el ejercicio de todos los oficios que puede ejercer el Licenciado, sino que debe restringirse a aspectos básicos constituidos por conocimientos fundamentales, que capacitan a los alumnos que conocen el método científico para adaptarse a las situaciones diversas de su trabajo profesional y para irse especializando como consecuencia de su diario quehacer.

El método científico inculcado al alumno le capacita también para

dedicarse a tareas de investigación básica, aplicada o de desarrollo. El investigador y el profesional no son dos cosas totalmente diferentes, sino que tienen en común los conocimientos básicos y la metodología de trabajo experimental y deductivo que aprendieron juntos en las aulas y laboratorios universitarios.

Los investigadores de profesión miran a veces con un cierto «desdén científico» a los profesionales, a los que atribuyen un trabajo rutinario. Sin embargo, parte del trabajo de investigación es también rutinario; y cuando dichos investigadores toman contacto con la realidad industrial, reconocen que en la industria es preciso resolver con frecuencia problemas de gran dificultad y de gran importancia económica, para lo cual es preciso utilizar el método científico. Gran parte de estos trabajos no pasan a la posteridad como trabajos de investigación (que son en realidad) porque en muchos constituyen «secretos industriales». Recuerdo al efecto una tesis doctoral que tuve ocasión de dirigir en la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, cuyos resultados no pueden publicarse por exigirlo así la empresa patrocinadora del trabajo.

La formación básica obligada no excluye una cierta intensificación en un área o campo determinado, que debe reservarse para los últimos cursos de licenciatura. Esta intensificación ha recibido impropriamente el nombre de «especialidad»; y digo «impropriamente» porque no es posible que con una Licenciatura en Ciencias pueda conseguirse una verdadera especialización, que requiere una dedicación y una práctica continuada a la largo de varios años.

Además de la formación científica propiamente dicha, los alumnos de Ciencias deben complementar a lo largo de sus estudios de Licenciatura su formación humana y cultural, que han iniciado en los niveles inferiores de la enseñanza.

Los nuevos Planes de Estudio propugnados por el Ministerio de Educación contemplan todos los aspectos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de planificar las Licenciaturas en Ciencias: asignaturas troncales obligatorias que aseguran una preparación básica general correcta; asignaturas obligatorias impuestas por la Universidad para completar la formación básica aprovechando los medios y el profesorado de que la Universidad dispone; asignaturas optativas dirigidas a la intensificación de los conocimientos en un campo determinado; y asignaturas de libre disposición por parte del alumno, que facilitan su formación cultural.

Una característica digna de mención especial es la introducción de «prácticas integradas», que constituirían una verdadera escuela de entrenamiento en el método científico, si se planificasen de forma adecuada.

Desde hace dos décadas vengo clamando inútilmente por las prácticas integradas. Su implantación es difícil, hay que reconocerlo, porque requiere un gran trabajo conjunto de equipos de profesores de todas las asignaturas.

En la práctica, desgraciadamente, no parece que vaya a tener lugar su implantación real, porque, resulta mucho más sencillo repartir el tiempo asignado a las prácticas integradas entre las diferentes asignaturas y seguir conservando la independencia actual de las mismas, con lo cual se verá frustrada la buena intención ministerial.

Se oye con frecuencia que los nuevos Planes de Estudio son o van a ser un fracaso y es posible que así sea. A mi juicio, el planteamiento ministerial de los mismos es impecablemente correcto y, si hay fracaso, debe achacarse al individualismo exagerado de profesores y departamentos, que, ansiosos de «poder académico» (que, de verdad, no se en qué consiste), luchan por acaparar horas de clase, a veces con inclusión de asignaturas con escasísimo contenido científico. Y menos mal que las disposiciones oficiales obligan a mantener asigna-

turas troncales obligatorias, pues, en caso contrario, la «voracidad departamental» podría causar aún mayores males.

CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS

Como es sobradamente conocido, el centro de la didáctica clásica era el maestro; su acción, enseñar. Enseñar bien era transmitir conocimientos y en tal transmisión sólo se atendía al buen orden y a la claridad, entendidos siempre desde el punto de vista del profesor. Se admitía tácitamente que quien tuviese la fortuna de ser enseñado así aprendía bien, porque aprender era lo pasivo, lo condicionado, mientras lo activo, lo determinante, era enseñar.

Ante los fallos de tal pretendido axioma, se advirtió que aprender es un acto mucho más complicado que la simple recepción pasiva de conocimientos transmitidos, que no hay aprendizaje donde no hay acción y que, en definitiva, enseñar bien ya no es transmitir bien, sino motivar adecuadamente al alumno y conducirlo hábilmente en su acción de aprendizaje. La acción del alumno termina así condicionando totalmente la del profesor, al quedar subvertida la primacía inicial de sus papeles. El centro de la enseñanza ya no es en la moderna didáctica el profesor, sino el alumno.

Consecuencia inmediata de esto es que para enseñar bien, mejor dicho, para guiar acertadamente el aprendizaje, no basta ya con conocer la materia que se aprende (objeto del aprendizaje) sino que, además, es preciso conocer al alumno, sujeto del aprendizaje. Por ello, la evolución de la didáctica corre pareja con la de la Psicología, que, poco a poco, ha ido transformándose de ciencia puramente filosófica en ciencia positiva, originando con ello una profunda revolución en los métodos didácticos, supeditados por el estado de desarrollo intelectual del alumno.



Vista general interior de la Biblioteca Central de la UNED.

El alumno universitario se encuentra en un período de desarrollo intelectual en que la evidencia sensible e intuitiva ha sido sustituida en gran parte por la evidencia lógica; y esto nos lleva, en cuanto se refiere a perfilar el método didáctico, a la necesidad de que éste se encauce a través del desarrollo de la deducción lógica y de la abstracción, utilizando un «modo de enseñar» (modo es la forma de aplicar el método) en que el alumno se vea obligado a realizar deducciones y construir abstracciones, interviniendo de forma activa y principalísima en el proceso enseñanza-aprendizaje. Por todo ello, en la didáctica moderna, el aula ha dejado de ser una sala de conferencias para convertirse en un taller de trabajo, en el cual el profesor, después de motivar suficientemente al alumno, le proporciona una información mínima suficiente para que inicie su acción deductiva; y lo «acompaña» a lo largo de ella, suministrándole la ayuda estrictamente precisa para que el esfuerzo desarrollado por el alumno lo conduzca realmente al aprendizaje deseado, cuyo nivel ha de estar previamente programado por el profesor.

Es evidente que la preparación didáctica de un curso determinado está condicionada por el nivel medio de conocimientos previos que deben tener los alumnos y por las actitudes que muestren respecto a la acción de aprender.

En lo que se refiere a conocimientos previos en los primeros cursos de, por ejemplo, la Licenciatura en Química, campo en que el autor de este artículo tiene experiencia, causa un tremendo desánimo constatar que, en general, los alumnos no conocen el lenguaje de la Química (más de un 80% no saben escribir o interpretar correctamente las fórmulas de compuestos corrientes y, desde luego, tampoco ajustar reacciones), aunque sí conocen la constitución del átomo a nivel elemental, lo cual significa que la enseñanza recibida no ha seguido el orden lógico y no ha comenzado por lo fundamental, que es el lenguaje de la Química. Esta situación persiste en algunos casos hasta incluso el segundo ciclo de la Licenciatura en estudiantes que se niegan en redondo a modificar sus actitudes (de las cuales hablaremos en seguida) porque carecen de vocación para el estudio y permanecen en la Universidad aparcados e inactivos. Éstos

son, en general, los alumnos que engrosan las listas de suspensos (para desesperación de padres y de profesores) y de repetidores (para susto inicial de los alumnos que llegan). Como anécdota representativa diré que el Departamento de Ciencias Analíticas, del que formo parte, se ha visto obligado a implantar en los exámenes una prueba eliminatoria de «formulación y ajuste de reacciones comunes», previo al de Química Analítica General (2º curso de Química), cuyas actas de examen aparecen ahora plagadas de suspensos por desconocimiento de ¡tales temas!

De la misma forma que en una clase universitaria de Matemáticas no se enseña a dividir o a operar con fracciones a los alumnos que no saben hacerlo, en la clase de cualquier otra disciplina debe darse por supuesto que el alumno está en posesión de los conocimientos básicos que corresponden a niveles anteriores de la enseñanza, por lo que se les debe exigir que recuerden dichos conocimientos, sin los cuales su rendimiento académico en la Universidad dejara mucho que desear.

En general, la actitud de los alumnos que llegan a la Universidad ante el aprendizaje es pasiva; se inhiben o se limitan a tomar apuntes que reproduzcan lo más fielmente posible las palabras del profesor para aprenderlas de memoria, cuando no utilizan apuntes de otros alumnos anteriores, en algunos casos plagados de errores. Cuesta mucho trabajo convencerles de que en clase se deben tomar notas breves, explicativas de conceptos imprescindibles para un estudio posterior y, sobre todo, de que lo más importante es captar cuales son los objetivos reales de cada tema y la metodología para alcanzarlos. Desgraciadamente en gran número de casos (más de los que podría esperarse) los propios profesores son responsables de la persistencia de estas actitudes de los alumnos, que, además, salen de clase convencidos de que lo importante es memorizar muchas cosas

para aproximarse a la «sabiduría» del profesor.

Confiemos en que con la reforma del Bachillerato se cumplan las expectativas perseguidas de modificación de las actitudes de los alumnos. A ver si así estos futuros alumnos consiguen modificar la actitud de los «profesores resistentes al cambio», absolutamente necesario e insoslayable.

Algo hemos dicho ya de los profesores. En relación con la disciplina que ha de enseñar y los alumnos que debe formar, se requieren en el docente cualidades diversas: Primero, preparación científica adecuada, acompañada de curiosidad renovada, deseo grande de seguir aprendiendo, que se manifiesta en la creación de obras y que fecunda la enseñanza (impidiendo su fosilización) por el doble influjo de las lecturas que requiere y de la exposición que de sus creaciones se ve obligado a hacer, lo cual le hace cada día más dueño de los medios de expresión. El ejercicio intenso del pensamiento que exige la investigación refluye en la enseñanza, dando al profesor agilidad para plantear situaciones problemáticas interesantes, que desarrollan en los alumnos vitalidad y agilidad intelectivas.

No confundamos la curiosidad con la tendencia a exhibir novedades aún mal fundamentadas, que obligan a abandonar temas a los que una larga elaboración ha dado perfección, dejándolos por otros más modernos, pero faltos de solidez. La ciencia procede por tanteos y de lo que se ha ensayado una mínima parte es lo que resiste el paso del tiempo. Por ello debe administrarse la novedad con prudencia al menos en los cursos formativos.

Además, el profesor ha de sentir una íntima y auténtica vocación docente. Sin pena ni gloria pasan los alumnos por aquellas clases cuyos profesores no son capaces de captar ese rayo de luz que emerge de los ojos de los alumnos cuando comprenden y se interesan; un buen docente observa constantemente las

reacciones de sus alumnos, su modo de entender y sus dificultades, confiesa y aclara a los alumnos sus propios errores (nada de «sostenella y no enmendalla»), teniendo en cuenta que entre sus alumnos habrá indudablemente algunos, o quizá muchos, que lo superen en dotes intelectuales.

En general, el profesor universitario ha descuidado su preparación didáctica. Es más, con frecuencia se aprecia todavía en la Universidad una cierta actitud de desprecio hacia la preparación didáctica, que carece de sentido en la actualidad.

La vocación docente que siempre he sentido y las circunstancias en que se han desenvuelto mis actividades en la Universidad me han llevado por dos veces y en dos Universidades diferentes (Autónoma y Politécnica de Madrid) a ocupar el cargo de Director del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), hecho que me ha puesto en íntimo contacto con las corrientes actuales en el tema de formación del profesorado, dentro del cual he dedicado una atención preferente al universitario, en el que las necesidades son grandes, aumentadas por el hecho de que precisamente son los profesores universitarios (escasos en formación didáctica) los que tienen que preparar a los profesores de los demás niveles educativos.

Por considerarlo imprescindible, trataré brevemente a continuación de programación. El profesor debe esforzarse en inculcar al alumno una metodología de trabajo y de razonamiento que le permita *hacer*, único medio de comprobar que sabe. Esto se consigue seleccionando y ordenando adecuadamente los contenidos a impartir, cuya recopilación obedece a unos *objetivos generales* completamente explicados por escrito, que después se desarrollan en *objetivos específicos* para cada tema; y ambos tipos de objetivos deben reunir dos características fundamentales: en primer lugar deben ser *alcanzables*, no utópicos; y, en segundo lugar,

deben estar formulados (por escrito y para conocimiento de los alumnos) con *verbos de acción*. No puede decir un objetivo «que el alumno sepa...» sino que debe decir *lo que el alumno tiene que hacer para demostrar que sabe*, lo que en el argot didáctico se conoce con el nombre de *conducta terminal*.

Hablando de lo que se entiende normalmente por «clase», que en la Universidad a Distancia está sustituida por otros medios de enseñanza (como expondremos en el próximo artículo anunciado al principio) es muy importante que no se convierta en una mera exposición del contenido de un libro (si así fuera, «sobraría» en realidad la clase).

Cuando se inicia una unidad temática es conveniente motivar al alumno motivable, es decir, al alumno con vocación de aprendizaje, haciéndole ver la importancia que dicha unidad tiene en el contexto general de la asignatura e incluso, si es posible, en relación con otras asignaturas.

A continuación se debe presentar un esquema general de la unidad temática con los contenidos en el orden más lógico (a juicio del profesor, desde luego) para facilitar su aprendizaje.

Seguidamente se muestra al alumno cómo debe abordar el estudio del tema a partir de sus conocimientos anteriores, introduciendo los conceptos nuevos necesarios y poniendo en juego las normas usuales del razonamiento lógico y sistemático; todo ello a la vista de los objetivos específicos previamente señalados.

No es conveniente que en la exposición de contenidos quede completo el conocimiento del tema que se «explica», sino que el aprendizaje se debe completar con unos ejercicios de autoevaluación, con los cuales el alumno, no sólo alcanza la seguridad de dominar los conocimientos «expuestos», sino que se ve forzado a utilizar la metodología de estudio que se le ha inculcado a lo largo de la



Laboratorio de Química de finales del siglo XIX.

«clase», para ampliar por sí mismo lo que se le ha enseñado. Estos ejercicios deben ir acompañados de sus soluciones, pero no de su resolución.

Cuando el alumno no es capaz de resolver estos ejercicios, debe recurrir a la tutoría, en la cual, después de comprobarse que realmente el alumno ha trabajado y «no ha dado más de sí», se le van dando las indicaciones estrictamente necesarias para que aborde por su cuenta la resolución. Al final, quiera o no, el alumno se ve obligado a intervenir en mayor o en menor grado, según su capacidad; la tutoría responde precisamente a la necesidad de una enseñanza individualizada, que si además es activa, va infundiendo paulatinamente, incluso en el alumno torpe, la necesaria confianza en sí mismo para encontrar satisfacción en sus estudios.

Parece necesario también hablar de la *tecnología en la educación* (que no es lo mismo que *tecnología educativa*, aunque habitualmente se confunden los términos), especialmente de los que, en general, pueden denominarse *medios audiovisuales*, tan de moda en la enseñanza actual. Bien utilizados son

beneficiosos en la enseñanza; mal utilizados son nefastos. Me explicaré:

a) Cada vez que en una clase (no en una conferencia, que es otra cosa) se exhibe una transparencia o una diapositiva es absolutamente necesario que cada alumno reciba una copia (en papel) de la misma, con objeto de que conserve en su poder el material de trabajo que la diapositiva representa, sin el cual «no puede estudiar».

b) Es completamente improcedente la presentación de una clase exclusivamente con material de paso en el que todo está escrito, ordenado, dibujado, etc. No puede faltar el *uso de la pizarra*, en la cual se muestran al alumno los razonamientos, las deducciones y las equivocaciones del profesor, que, bien explotadas, pueden resultar beneficiosas en la enseñanza, ya que originan un acercamiento alumno-profesor (el alumno se considera más capaz si observa que también el profesor se equivoca alguna vez).

Desgraciadamente esta recomendación no se sigue ya ni en las oposiciones a Cátedra. He presenciado muchas en que el opositor se limita

a leer lo que previamente ha escrito, o le han escrito, en una serie de diapositivas o transparencias. Desde luego no creo que de este tipo de opositores, que ahora en la mayor parte de los casos (dadas las circunstancias actuales) resultan triunfadores de sus oposiciones! (muchas veces ¡sin oponentes!), pueda esperarme el cambio que exige la situación actual de la Universidad.

Pero esperemos, no obstante, que la Universidad, que según una célebre frase que oí en una ocasión al insigne profesor D. Enrique Gutiérrez Ríos (e.p.d.), es un «ente insu-mergible» (tal como se ha visto ex-

perimentalmente a lo largo de la historia), sabrá reaccionar adecuadamente para corregir sus males.

Además de la clase, el profesor de enseñanza presencial dispone de otros medios de enseñanza: seminarios, tutorías y prácticas.

La gran similitud existente entre la utilización de estos medios en la Universidad tradicional y en la Universidad a Distancia, unida a la quizá ya excesiva extensión de este artículo, aconsejan que dejemos pendiente la consideración de estos medios para tratar de ellos en el artículo próximo.

La última fase del proceso didáctico es la evaluación (cuyo estudio detenido queda también pendiente), que tiene tres finalidades:

— Calificar al alumno, a la vista del rendimiento académico que obtiene.

— Evaluar la propia metodología utilizada.

— Retroalimentar a dicha metodología, planificando las correcciones que se estimen necesarias.

Santiago de Vicente Pérez

Depto. de Ciencias Analíticas

TALLER Y LABORATORIO

Iniciamos esta sección, frecuente en muchas revistas de divulgación científica, con el ánimo de difundir aquellos aspectos de la experimentación que por su importancia histórica, su ingeniosidad o por su fácil reproducción en un laboratorio, puedan ser de interés para el estudio de las Ciencias. La hemos subdividido en cuatro apartados, a saber:

1. **Experimentos históricos.** Trataremos de poner en evidencia su importancia científica y describiremos la forma en que fueron llevados a cabo. Hemos elegido, para inaugurar la sección, el descubrimiento de los rayos X por Röntgen en 1895.

2. **El ingenio en el experimento.** A este apartado traeremos aquellos experimentos que suponen un elevado grado de creatividad científica. Nos parece que el experimento realizado por Friedrich Knipping y Laue en 1912 de difracción de rayos X por los cristales es un buen ejemplo de ello.

3. **Experimentos caseros.** Como su nombre indica, se trata de experimentos que puedan realizarse con material de bajo coste. Lo que nos proponemos es traer a esta sección experimentos propuestos por los estudiantes o para los estu-

diantes. Para iniciar el apartado hemos elegido una medición colectiva del radio de la Tierra siguiendo el método de Eratóstenes (276-195 a. J.C.).

4. **Proyectos experimentales.** Nos proponemos incluir en esta sección experimentos sugeridos por alumnos de la UNED, que puedan ser realizados en nuestros laboratorios. Con ello queremos fomentar la iniciativa investigadora de los estudiantes de Ciencias. Comienza este apartado con una propuesta hecha por dos estudiantes de la Sección de Físicas, que se encuentran realizando su proyecto (*estudio de la sonoluminiscencia*) en los laboratorios del Depto. de Física de los Materiales.

Manuel Yuste Llandres
Depto. de Física de los Materiales

El descubrimiento de los rayos X

El 8 de noviembre de 1895 Wilhelm Conrad Röntgen descubrió los rayos X. Este profesor de Física alemán contaba ya con cincuenta años de edad y era rector de la Universidad Julio Maximiliano de Würz-

burg. En su laboratorio de Física proseguía estudios sobre los «rayos invisibles de alta frecuencia», de los que von Helmholtz había preconizado la existencia a partir de la teoría electromagnética de Maxwell. Röntgen utilizaba para el estudio el tubo de rayos catódicos del inglés William Crookes.

Este último tipo de rayos, los rayos catódicos, distintos de los de alta frecuencia que buscaba Röntgen, ya estaba bastante bien caracterizado en la época. Habían sido puestos de manifiesto por primera vez en 1869 por el físico alemán J. C. Hittorf cuando produjo una descarga eléctrica al aplicar un alto voltaje entre los electrodos de un tubo de vidrio herméticamente cerrado. Al producir la descarga, del cátodo emanaban unos rayos invisibles que al chocar contra las paredes del tubo las tornaban fosforescentes. Diez años más tarde, Crookes, aplicando las técnicas de alto vacío y elevando el potencial aplicado a los electrodos, repitió el experimento y demostró que dichos rayos se desviaban de su trayectoria por la acción de un imán. El tubo de Crookes es uno de los precursores de los tubos de televisión actuales.

La interpretación correcta de estos fenómenos no llegaría hasta el descubrimiento del electrón a fina-