

ALGUNAS CONSIDERACIONES EN TORNO AL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA EN LA UNIVERSIDAD

AUGUSTO BELENDEZ VAZQUEZ

RESUMEN

El objetivo fundamental de este trabajo es presentar y analizar algunos aspectos didácticos de la enseñanza de la Física en la Universidad. Para ello se parte de unos presupuestos que permiten entender el método específico a desarrollar como una combinación de clases teóricas, de problemas y de prácticas de laboratorio, así como las horas de tutoría y asistencia al alumnado. Se ha estructurado el trabajo en apartados correspondientes a cada una de estas posibilidades docentes, incluyendo además algunas reflexiones sobre el trabajo individual que los estudiantes deben realizar para formarse auténticamente en la materia. Esta tarea no se presenta en principio nada fácil, tal y como la experiencia docente nos demuestra. Sin embargo, es fundamental realizar una planificación en función de los fines y de los medios disponibles a nuestro alcance, de forma que aseguremos la posibilidad de llevarla a la práctica. Como punto final se hace referencia al proceso evaluador.

ABSTRACT

The basic objective of this paper is to present and analyze some didactic aspects of the teaching of Physics at the university level. In order to do this, we must first set the bases or suppositions that underlie the methods we use such as a combination of theoretical and practical classes and lab sessions. In addition to these we hold office hours and tutorial sessions for the students. This paper has been structured around these methodological approaches or "blocks" and includes some reflections on the individual work students should carry out to truly achieve an adequate level of preparation in the subject matter. This task is none too easy, as teaching experience shows us. However, planning must be related to goals and the means we have available to meet these goals so that we can assure success. Finally, we include a brief explanation of the evaluation process we use.

PALABRAS CLAVE

Enseñanza-aprendizaje, Física, Metodología didáctica.

KEYWORDS

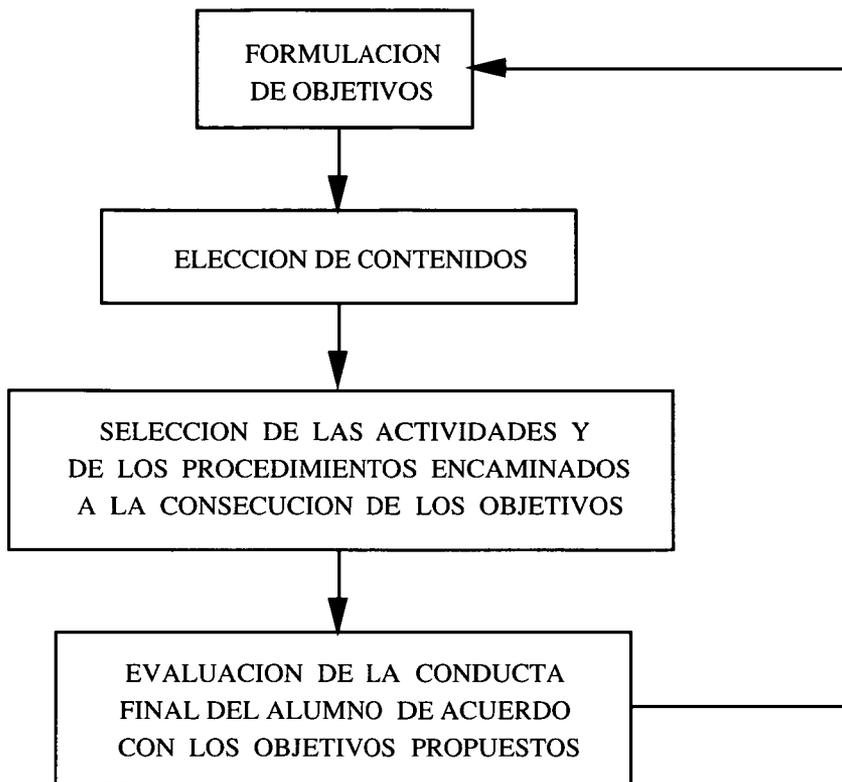
University teaching-learning, Physics, Didactics, Methodology.

1. INTRODUCCION: PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

En todo proceso educativo es posible tener en cuenta distintas etapas (Figura 1), como son la formulación de objetivos, la elección de contenidos, la selección de las actividades y de los procedimientos encaminados a la consecución de los objetivos, y la evaluación de la conducta final de acuerdo con los objetivos propuestos. La elección de los objetivos y los contenidos dependen del tipo de titulación que se trate, incluso aunque nos limitemos al caso de las carreras técnicas, no todas ellas dan a la Física la misma importancia, incluyendo unas más créditos que otras e, incluso, contenidos diferentes. En

este trabajo analizaremos con más detenimiento las dos últimas etapas, pero antes de ello vamos a centrar nuestra atención en el proceso enseñanza-aprendizaje.

FIGURA 1



Reflexionemos algunos instantes sobre el significado del verbo *enseñar*. ¿Qué imágenes acuden a nuestra mente cuando utilizamos esta expresión? A diferencia de verbos como "correr", "andar", "nadar", "llorar" o "reír", que nos presentan una imagen mental perfectamente nítida y clara, y que es compartida por la mayoría de nosotros, "enseñar" genera imágenes diferentes dependiendo de las experiencias que tenga cada uno tanto acerca de la labor de enseñar como del hecho de ser enseñado.

Un alumno de Física puede imaginarse al profesor de esta asignatura resolviendo un problema de campo eléctrico, al profesor de Cálculo llenando un encerado de ecuaciones, al de Topografía mostrando el manejo de un teodolito o al de Programación escribiendo un programa en Pascal. Todos ellos estaban "enseñando" algo, pero, ¿*en qué consiste eso de "enseñar"*? Imaginémosnos a un alpinista que llega a la cima de una montaña y se pone a cantar para expresar el júbilo que siente ante esa experiencia "máxima". Aunque no haya nadie más presente, todos daríamos por sentado que el escalador está de hecho cantando. Por el contrario, imaginémosnos al profesor de Física con un encerado portátil en lo alto de una montaña, trazando esquemas y hablando sobre algún tema de Física. ¿Diríamos que está "enseñando"? No cabe la menor duda de que está haciendo exactamente lo que hace todos los días en clase y, sin embargo, no consideraremos que está "enseñando" ahí, en lo alto de la

montaña, a menos que haya alumnos presentes. Así pues, el concepto "enseñar" implica la presencia de discentes. De hecho, para que la *enseñanza* tenga éxito, hace falta que se produzca *aprendizaje*. "Enseñar" significa realmente *crear una situación en la que se produzca el aprendizaje*. No puede, por tanto, concebirse en la enseñanza-aprendizaje una relación del profesor con el alumno que se limite a una simple transmisión de conocimientos del primero hacia el segundo. La labor del profesor no ha de consistir sólo en exponer ideas y conocimientos con la mayor claridad posible, sino que ha de ser un auténtico director y organizador del aprendizaje del alumno. Un objetivo fundamental de los estudios universitarios es acercar la formación que se recibe en la Universidad a la realidad social y profesional de nuestro entorno, sin abandonar las irrenunciables tareas de transmitir ciencia y realizar investigación, así como para dar, en definitiva, una respuesta a las nuevas demandas de trabajo y a las nuevas necesidades tecnológicas. En el caso de la asignatura de Física, se trata de preparar no sólo a los futuros científicos y técnicos, sino de proporcionar una cultura científica a los futuros ciudadanos.

Centrándonos en la situación de los profesores universitarios, es necesario tener en cuenta que las tendencias actuales en una enseñanza universitaria de calidad dan importancia no sólo a la adquisición de unos conocimientos, por otro lado completamente necesarios, sino que también expresan interés por la adquisición, por parte del alumno, de técnicas y hábitos de estudio, de capacidad de análisis crítico, de inventar y descubrir, etc. En suma, ponen más énfasis en que el estudiante *aprenda a aprender*. Misión del profesor será aportarle un soporte científico y técnico suficiente para que pueda abordar y resolver las situaciones que en su vida profesional se le presenten. Esta debe ser, por tanto, una de los objetivos del profesor de Universidad. Es incuestionable que el profesor universitario debe poseer un sólido conocimiento de la disciplina que imparte. Sin embargo, esta condición, aunque absolutamente necesaria, no parece ser del todo suficiente para tener capacidad de dirigir el proceso didáctico de forma eficaz. Son muchos otros los aspectos que debe tener en cuenta el profesor, además de la temática y contenido específico de la disciplina, antes de comenzar un nuevo curso y durante su desarrollo.

En una sociedad científica y tecnológicamente desarrollada, la enseñanza de la Física presenta un interés primordial para todos los estudiantes al permitirles comprender desde gran parte de los dispositivos cotidianos hasta el cosmos en su globalidad. Sin ella la formación cultural de los estudiantes quedaría disminuida. En cuanto al aprendizaje de la física, ésta no se aprende sólo memorizando fórmulas, aunque la memorización es importante en el desarrollo intelectual. También es cierto que las experiencias de laboratorio son esenciales para desarrollar la comprensión de la asignatura, pero también es necesario el estudio teórico de los fenómenos físicos que puede proporcionar, si cabe, una intuición más aguda que la experiencia. En el caso de las titulaciones técnicas los estudiantes quieren aprender aquello que es relevante para su futura acción profesional, aunque también están o hay que hacer que estén interesados en cuestiones menos aplicadas y que les ayuden a una formación universitaria integral. De hecho, puede decirse que aquellas cuestiones que no se aplican son las que nunca se han aprendido. Los profesores deben ser objetivos en sus representaciones disciplinares, sin forzar a sus estudiantes a aceptar su propio enfoque y filosofía sobre las mismas, aunque la enseñanza es, en cierta medida, una aventura de defensa de ciertas ideas con la consiguiente exclusión de otras.

Al hilo de estas reflexiones, cabe extraer unas primeras conclusiones, como son:

- En el proceso enseñanza-aprendizaje deben participar activamente, tanto profesores como alumnos.

- El conocimiento de una disciplina, por parte del profesor, no es suficiente: no sólo tiene que "saber" sino también "saber enseñar".

- Además, es fundamental, en este modo de concebir el aprendizaje, la motivación de los estudiantes y no sólo dirigida hacia los conocimientos básicos sino también a la adquisición de una capacidad intelectual que le permita abordar futuros problemas que se les planteen en el desarrollo de su futuro profesional.

- Es necesario tener en cuenta la estructura de la disciplina "Física", incluyendo los contenidos conceptuales, pero sin olvidar aspectos de la historia de la Física, de cómo se desarrollaron y originaron los conceptos, así como de los desarrollos científicos más recientes, para poder transmitir una visión dinámica de la Física.

2. DIDACTICA DE LA FISICA EN LA UNIVERSIDAD: ALGUNOS ASPECTOS METODOLOGICOS

Las características formales de la disciplina "Física" ofrecen al profesor grandes posibilidades de utilización de una metodología variada. Las deducciones formales, la resolución de problemas y aplicación experimental, que van a constituir necesariamente la mayor parte de los tiempos didácticos en el desarrollo de cualquier curso de Física en la Universidad, requieren la aplicación de métodos activos, trabajo individual escalonado, realización de prácticas de laboratorio, etc., actuando el profesor de "director" de la formación de los alumnos y no de mero transmisor de información. En este sentido, un posible método a seguir en la enseñanza de la Física puede basarse en el desarrollo de distintas formas didácticas que podemos resumir en las cuatro siguientes: Clases teóricas, clases de problemas, clases prácticas de laboratorio, y tutoría y asistencia al alumnado.

2.1 Las clases teóricas

Las clases de teoría deben entenderse como un encuentro del alumno con los contenidos de la asignatura de Física, durante el cual tiene que lograr conocer y comprender dichos conocimientos. El profesor es el encargado de su transmisión, pero ha de superar con eficacia didáctica la simple *emisión* de contenidos, en el sentido de facilitar y conducir al alumno no sólo a su recepción sino, en la medida de lo posible, a la *comprensión* de los mismos.

En la Universidad el tipo de clase de teoría que suele utilizarse es aquella en la que el profesor expone, durante un tiempo determinado, una lección frente a un auditorio. La transmisión es oral y unidireccional. La receptividad es la característica fundamental del alumnado. Es más motivadora y amena para el alumno la *lección dialogada*, en la que se puede participar más activamente dando paso el profesor a las aportaciones personales de los alumnos y fomentando de esta forma la relación profesor-alumno; sin embargo, es bastante difícil de llevarla a la práctica con éxito, dada la gran cantidad de alumnos por clase. Por lo general, el extenso uso que se hace de la lección unidireccional se debe a la rapidez y sencillez para la transmisión de conocimientos, pese a sus conocidos inconvenientes (masificación, escasa motivación, pasividad del alumnado, etc.), especialmente en los primeros cursos.

Existen algunas normas que pueden tenerse en cuenta en las clases de teoría al objeto de motivar en lo posible a los alumnos. De entre estas normas cabe resaltar las siguientes:

- Incluir una breve introducción al inicio de cada lección con gran cantidad de elementos motivadores.
- Resumir brevemente lo tratado en la clase anterior, enlazándolo con lo que se pretende explicar y subrayando los aspectos esenciales.
- Estimular y proponer preguntas y sugerencias a los alumnos.
- Proporcionar una bibliografía atractiva que motive al alumno a la aclaración y ampliación de los conceptos expuestos.
- No perder de vista que se trata de "palabra hablada" y no de "palabra escrita", por lo que se pueden utilizar los cambios de tono, las interrupciones, toques de atención, etc.

Por otra parte, a veces es aconsejable el desarrollo exhaustivo de un tema en el aula, pero en ciertas ocasiones, -y sobre todo teniendo en cuenta la reducción de las horas dedicadas a la teoría en los nuevos planes de estudio-, llega a ser un desajuste didáctico el reproducir en clase temas, lecciones, demostraciones e incluso problemas, que están contenidos en textos, notas o apuntes editados o que pudieran ser entregados a los alumnos en forma de notas expresamente preparadas por el profesor. La preparación exhaustiva de dichos temas, de cara a la exposición en clase, supone un gran esfuerzo que pudiera ser a menudo más rentable si se dedicara a aclarar puntos oscuros encontrados por los alumnos en el estudio de esos temas y a preparar actividades complementarias que amplíen los conocimientos y su comprensión. Además, el desmenuzar los contenidos en clase refuerza la actitud pasiva de los alumnos, algo que, pedagógicamente, no es deseable.

En el caso de los estudiantes de titulaciones técnicas es necesario hacer hincapié en las relaciones de la Física con la Técnica, dando una relevancia tecnológica a aquellos temas que la tengan. De este modo se podrán despertar en los estudiantes actitudes positivas hacia la Física y superar un cierto desinterés que suelen tener, y además se podrá presentar una imagen más contextualizada de la Física, considerando como contexto la titulación a la que va dirigida y, por tanto, sus aplicaciones en asignaturas posteriores.

Un complemento de las clases de teoría son los seminarios sobre temas de interés y actualidad, tratados con la profundidad deseada, de modo que se despierte en el alumnado una viva curiosidad y motivación. La estructura de los seminarios puede realizarse apoyada en medios audiovisuales, de modo que se diferencien de la clase de teoría clásica con pizarra y toma de apuntes, consiguiendo que la actitud del alumno sea más relajada, aunque no por eso menos receptiva.

2.2. Las clases de problemas

En un contexto académico el término problema hace referencia a un ejercicio, por lo general numérico, que supone hallar, determinar o calcular algo sobre la base de una situación que se describe suficientemente en el enunciado del problema. Con la resolución de problemas, en los que se generaliza lo aprendido a nuevas situaciones, se facilita la comprensión de un concepto o una ley. De aquí la importancia de las clases de problemas,

pues es en ellas en las que se comprueba si el alumno ha asimilado realmente los conocimientos teóricos que se le han impartido, y los sabe aplicar a situaciones particulares. Por tanto, que en una asignatura como la Física, la clase de problemas tiene una importancia vital y ello por varias razones:

- Es un instrumento evaluador fundamental y de objetividad reconocida por todos.
- Permite al alumno plantearse situaciones reales y similares a las que encontrará en algún área de su ejercicio profesional, con un grado de complejidad creciente, lo que le permitirá entrenarse progresivamente en situaciones cada vez más cercanas al escenario real.
- El alumno podrá aprender y aplicar tácticas de resolución que le pueden ser útiles en otros campos y para situaciones personales de índole variada, aumentando así su capacidad de razonamiento.
- No sólo se adiestra al alumno en la resolución de tipos específicos de problemas, sino que se desarrolla en él una estrategia resolutiva de tipo general.

La resolución de un problema es, en esencia, una secuencia o sucesión de acciones y operaciones que partiendo de la información disponible permite responder completamente a las preguntas o incógnitas planteadas en el enunciado y alcanzar el propósito o meta de dicho problema. Pero, ¿cómo encontrar, en el caso de un problema general y complejo, ese camino que nos lleve a la solución? La respuesta no es ni sencilla ni única. No es sencilla porque cuando un alumno de Física se sitúa ante la resolución de un problema de este tipo ha de *hacer camino al andar* y solamente cuando el problema está resuelto podrá redefinir el recorrido en forma de algoritmo. Tampoco es única, pues en la mayor parte de los casos existen diferentes trayectos que conectan entre sí los datos y las incógnitas. Sin embargo el profesor puede proporcionar al alumno esas pautas efectivas que pueden ayudarle a encontrar la salida a esta especie de laberinto intelectual que constituye cualquier problema complejo.

Para conseguir que una clase de problemas sea fructífera es necesario sistematizar la resolución de cada problema, marcando en ella etapas bien definidas tales como:

- Planteamiento del problema, pidiendo a los alumnos que expliquen exactamente lo que se les pregunta.
- Discusión de los principios a aplicar en el problema en cuestión y el motivo de su aplicación (ello debe conducir a la consideración de diversos caminos posibles a seguir).
- Resolución matemática del problema.
- Discusión y consecuencias del resultado.

En cuanto a la resolución de un problema en clase, no basta con obtener el resultado numérico pedido, sino que hay que conseguir incrementar la capacidad de análisis y síntesis en los alumnos. Para ello, partiendo de los conocimientos teóricos, y mediante razonamientos lógicos, hay que conseguir que la utilización de unas u otras expresiones matemáticas resulte "necesaria" y "evidente" al alumno. También hay que indicar los posibles métodos alternativos de resolución, discutirlos y seleccionar en cada caso el método más oportuno. A veces no es mejor usar el método más simple, pues es conveniente permitir que el alumno siga métodos más largos para que practique con las distintas

"herramientas" de la Física, de esta forma podrá valorar la eficacia de los distintos métodos. Es muy importante subrayar dónde se encuentra la dificultad del problema, para que el alumno la distinga de las dificultades de cálculo, que frecuentemente lo desaniman. Fomentar la participación del alumno en la clase de problemas, tanto con sus comentarios como siendo ellos mismos los que resuelvan los ejercicios en la pizarra, puede servir para acrecentar la relación del profesor con el alumno y entre los propios alumnos. Esta relación favorece la motivación e inicia la discusión, aspectos necesarios para el trabajo en equipo. Quizás es de mayor utilidad la resolución completa de un número reducido de problemas que el intentar abordar muchos sin hacer hincapié en aspectos importantes del método o posibles implicaciones teóricas que pueden deducirse.

Aunque en muchas Facultades y Escuelas es costumbre que estas clases, así como las de laboratorio, las impartan profesores distintos a los que llevan de forma principal la asignatura, parece más adecuado que sea el mismo profesor el que imparta estos dos tipos de clases, ya que de igual manera que se pretende la formación integral del alumno, la dedicación del profesor a tal tarea ha de cubrir todos los aspectos del aprendizaje para un mismo grupo de alumnos.

La adquisición de destrezas en la resolución de problemas constituye, en ocasiones, la principal dificultad con la que se enfrentan los estudiantes de un curso de Física y por ello un importante motivo de desánimo. Existe un cierto fracaso generalizado de algunos estudiantes en la resolución de problemas, en particular, si se separan ligeramente de los realizados en clase. Esto indica que muchos alumnos no aprenden a resolver problemas, sino únicamente a comprender y memorizar soluciones explicadas por el profesor, y a la aplicación mecánica de las matemáticas. Frases tales como: *Me sé la teoría, puedo hacer todas las demostraciones pero en los problemas, si me sacan de los resueltos en clase, fallo estrepitosamente o cuando llegué a los problemas me quedé con la mente en blanco y no supe continuar* constituyen confesiones frecuentes de los alumnos, que se producen, por lo general, como explicación personal a los resultados negativos de un examen.

El desarrollo de habilidades tiene siempre una componente de "enseñanza-aprendizaje" y otra componente de "entrenamiento". Por este motivo el alumno no puede esperar que la lectura o la atención a la explicación de una lección, por sí misma, lo convierta en un experto en la resolución de problemas de Física. No es su propósito incidir en lo que respecta al "entrenamiento", pero sí facilitarle unos principios y líneas de acción, de carácter general. Una vez haya asimilado suficientemente esos principios, debe intentar aplicarlos a los problemas, y además con anterioridad a que el profesor los resuelva en clase, es pues ésta una tarea de preparación de la clase por parte del alumno. Además debe participar en la resolución de los problemas en el aula con sus observaciones y el planteamiento de sus dudas. En este punto es importante que comprenda la aplicación adecuada de una serie de conceptos y técnicas, así como la capacidad de análisis y procesamiento de la información que aparece en el problema y que suele ser mucho más importante que el desarrollo matemático del mismo. El estudio posterior de estos problemas entra dentro del "entrenamiento" al que nos hemos referido con anterioridad.

2.3. Las clases prácticas de laboratorio

El laboratorio ha sido siempre una característica inseparable de la enseñanza de las Ciencias Experimentales y, en particular, el laboratorio de Física desempeña un papel importante en la formación de científicos e ingenieros. Considero que las prácticas de

laboratorio son fundamentales en la formación del estudiante de titulaciones tanto científicas como técnicas y aunque la asignatura de Física no es de las más específicas de muchas de estas titulaciones, la utilización correcta de instrumentos, la enseñanza de técnicas experimentales y la familiarización con el cálculo de errores, es importante que se adquiera en el primer curso. Otras razones para llevar al alumno al laboratorio son de tipo didáctico, pues pasa por ser un método fundamental y eficaz de aprendizaje y complementa a las clases de teoría y problemas en el logro de los objetivos propuestos. Será aquí donde el alumno encuentre el nexo de unión entre lo estudiado en los libros y apuntes y lo que es la realidad científica de una materia experimental.

Estas clases prácticas introducen al alumno en el *Método Científico*, debido al carácter formativo de la asignatura de Física. De todas las etapas del *Método Científico*, las clases de prácticas se centran en la observación, en el análisis y clasificación de datos, en la evaluación de resultados y en la comparación con las predicciones de la teoría. Además, las prácticas de laboratorio son aquellas actividades experimentales en las que el alumno es el principal protagonista.

Para la correcta realización de las prácticas resulta imprescindible la elaboración de unos guiones de laboratorio en los que se indiquen, al menos, los siguientes elementos: "objetivo", "material" necesario para la realización, descripción del "fundamento teórico", "desarrollo de la práctica", en el que se incluya la metodología de trabajo, y una serie de "cuestiones" relacionadas con la experiencia, con objeto de ayudar al alumno en la comprensión de los fundamentos teóricos de la misma. Con ayuda de estos guiones se pretende el alumno tenga presente la relación existente entre el fenómeno experimental y la explicación teórica del mismo, de forma que sea capaz de comprobar, a partir de los resultados experimentales obtenidos, la validez y limitaciones de las ideas y expresiones teóricas consideradas.

Durante el desarrollo de la práctica, el profesor tratará de resolver las dificultades particulares de los alumnos así como insistir sobre los conceptos e ideas relativos a la práctica en cuestión. El grado de directividad u orientación depende de la dificultad de la práctica, pero, de todas formas, no se debe limitar la libre iniciativa del alumno. Las indicaciones que se hagan a los alumnos han de tener carácter orientativo, evitando que la práctica sea una realización automática carente de valor. La labor del profesor es la de ayudar al alumno a que él mismo se resuelva sus dudas y supere sus dificultades, vigilando, pero interviniendo lo mínimo en la ejecución, y discutiendo finalmente con el alumno los resultados obtenidos, destacando los puntos de interés. Es en el laboratorio donde se entabla una relación personal entre alumno y profesor de una forma directa e individualizada, complementándose las enseñanzas teóricas de una forma más personalizada.

2.4. Tutoría y asistencia al alumnado

No se puede olvidar esta modalidad de relación profesor-alumno en una planificación docente completa. Si este trabajo se plantea de tal manera que el profesor en su despacho se limita a responder a las cuestiones planteadas por los alumnos, relativas a las dudas o aspectos que éstos no han entendido en las clases, no se aprovecharían todas las posibilidades que este proceso puede aportar. Por esta razón, es aconsejable canalizar estas horas de consulta, no sólo a la resolución de las dudas relativas al conocimiento y problemas, sino también a facilitar un acercamiento profesor-alumno, a recibir orientaciones

acerca de los objetivos de la asignatura, considerando aspectos personales inabordables en el aula, interrelación con otras asignaturas, revisión de exámenes y prácticas de laboratorio, etc.

Para ello habrá que considerar fundamentalmente tres aspectos:

- *Aspecto metodológico*: Es necesario tener presente que no todos los alumnos progresan con la misma rapidez y que en ocasiones las dificultades de aprendizaje se deben a la utilización de un deficiente o incompleto método de estudio. Por tanto, es tarea del profesor, tras dialogar con el alumno, tratar de sugerirle sistemas de estudio que le permitan aprovechar más eficazmente su tiempo.

- *Aspecto conceptual*: Los puntos dudosos del alumno relativos a los conceptos y a los contenidos de la asignatura deben ser abordados en las horas de tutorías. También la revisión de exámenes con espíritu crítico, de modo que el alumno pueda aprender de sus errores, y el profesor extraiga conclusiones de las pruebas docentes, tales como la dificultad, tiempo dedicado y adecuación a lo impartido en clase.

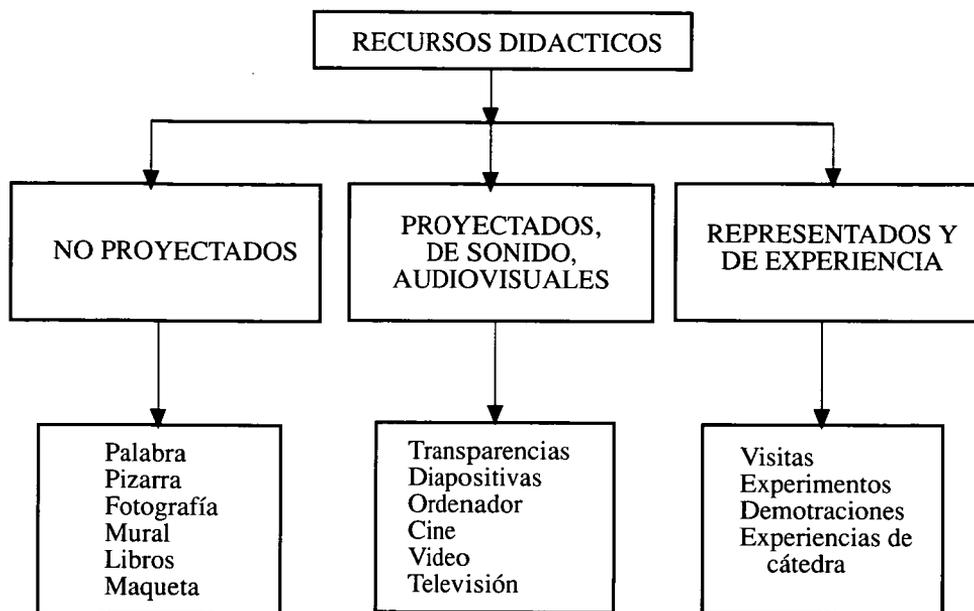
- *Aspecto bibliográfico*: Es necesario hacer ver al alumno que la consulta de libros es imprescindible para clarificar los contenidos expuestos en clase. Aconsejar leer un determinado capítulo de un libro donde viene cierto tema explicado de una forma similar a la utilizada en clase pero con ciertos matices, o de una forma totalmente diferente, para la comparación y discusión, entra dentro de las misiones propias de estas horas de consulta. Quizás en nuestra Universidad se ha extendido demasiado el "tomar apuntes", sin embargo éstos deben ser siempre utilizados como documento de trabajo y completados con el manejo de la bibliografía adecuada. La existencia de una pequeña biblioteca específica en los Departamentos, Facultades o Escuelas, permite que el alumno pueda consultar todos aquellos puntos de interés y ser guiado en esta tarea por el profesor.

A pesar de todo, y aunque las tutorías permiten una más directa relación profesor-alumno, la experiencia nos demuestra que los alumnos prácticamente no utilizan estas horas de consulta salvo en las fechas próximas a los exámenes. Por ello, es interesante que sea el profesor el que, en ocasiones, convoque a los alumnos a que participen, sin miedo, en la marcha y desarrollo de la asignatura.

3. RECURSOS DIDACTICOS

Un aspecto que debe tenerse en cuenta en la estructuración metodológica de un curso de Física es el relativo a recursos didácticos. ¿Pero, qué se entiende por recursos didácticos? Los recursos didácticos son todos aquellos medios materiales y humanos que, interpuestos en la corriente del proceso de la enseñanza, pueden contribuir a facilitar el aprendizaje. Son recursos didácticos, según esto, tanto la palabra como una pizarra, un proyector de diapositivas, las transparencias, una biblioteca, un ordenador, el instrumental de laboratorio, etc. En el diagrama que se muestra en la Figura 2 se han esquematizado algunos de los recursos didácticos que pueden utilizarse.

FIGURA 2



Los recursos materiales en las exposiciones pueden ser muy variados, dentro de las posibilidades técnicas actuales, a pesar de lo cual se suele insistir en la ayuda de la pizarra como principal elemento para la visualización. Las lecciones de Física pueden apoyarse en cuatro recursos didácticos fundamentales: la pizarra, las transparencias, los apuntes editados, y, aunque en menor medida, las experiencias. Con todos ellos se facilita la toma de notas por parte de los alumnos y aumentamos la recepción visual de todos los asistentes (no olvidemos que la mayor parte de la información que se recibe del exterior se asimila visualmente).

- *Pizarra*: Dentro de la asignatura de Física su uso se hace fundamental para la exposición de desarrollos matemáticos, gráficas o dibujos. La distribución de escritos y esquemas en el encerado permite una gran flexibilidad. Las normas prácticas para hacer eficaz el uso de la pizarra son bien conocidas, pero es conveniente tenerlas en cuenta: considerar la distancia a la que se encuentran los alumnos más alejados, escritura clara y ordenada, esquemas y dibujos suficientemente claros, etc.

- *Transparencias*: El uso de transparencias en una materia como la Física es necesario cuando en, prácticamente todos los temas, aparecen dibujos, y sobre todo cuando los esquemas considerados se complican. Unas transparencias claras y bien elaboradas ayudarán a la comprensión de los distintos conceptos completando lo específico de la pizarra. Es interesante que el alumno antes de entrar en clase posea fotocopia de las transparencias que en ella se van a utilizar. Esto le permite mayor atención, dado que no pierde tiempo copiando esquemas y ecuaciones engorrosas.

- *Diapositivas*: Pueden utilizarse de igual modo que las transparencias y permiten además la proyección de fotografías y dispositivos complejos no disponibles en el laboratorio, aparte de ser un excelente medio para utilizar el color como elemento de

codificación de información. Sin embargo tienen como inconveniente la necesidad de oscurecer el aula.

- *Experiencias*: Muy especialmente en el caso de esta asignatura revisten una gran importancia las experiencias realizadas durante la exposición teórica. En efecto, la Física se presta a la realización de pequeños montajes experimentales en el aula, que permiten pasar del espacio plano e imaginario de la pizarra a la realidad de los dispositivos experimentales. No sólo pequeños montajes, como pudieran ser por ejemplo experiencias con muelles, péndulos, ondas en una cuerda, refracción y reflexión de la luz o el concepto de rayo luminoso visualizado con un láser, sino la simple observación de calorímetros, viscosímetros, generadores, transformadores, lentes, prismas, etc., que ayudan extraordinariamente a la comprensión de la materia. Debido al carácter experimental de la Física, pienso que éste puede en ocasiones verse reflejado en las lecciones y que, en consecuencia, se debe fomentar la realización de este tipo de experiencias que, a menudo, aparecen expuestas en libros de texto y que en muchas de las cuales se requieren elementos muy simples para su desarrollo.

No cabe duda que la utilización de medios audiovisuales en el proceso educativo proporciona una serie de ventajas como son la motivación o el refuerzo de la atención. Lo visual y lo verbal pueden complementarse adecuadamente de modo que el educador debe plantearse cómo servirse de estos medios para estimular que el alumno "aprenda a aprender", tal y como hemos mencionado con anterioridad. Por otra parte, los medios audiovisuales pueden servir para fomentar el diálogo y evitar la tradicional pasividad del alumno.

Los recursos comentados son utilizados normalmente en las aulas dadas las características mencionadas, sin embargo no podemos descartar otros que también aparecen reseñados en el esquema inicial, pues el avance vertiginoso de la Ciencia y de la Tecnología de la Imagen pueden hacer que medios en los que hoy ni siquiera pensamos sean, en pocos años, los recursos didácticos fundamentales.

- *Televisión y vídeo*: Permiten llevar al aula procesos industriales o la realización de prácticas de laboratorio que requieran un material costoso del que no se dispone en el centro. Tiene como inconveniente la falta de adecuación de las aulas para la correcta utilización de estos medios. En el caso del vídeo, existen programas dedicados a la Física, de un nivel adecuado a un primer curso de Universidad, y que pueden ser interesantes tanto para el profesor como para el alumno. Tal es el caso del programa *El Universo Mecánico* realizado por el Instituto Tecnológico de California y que se emitió por televisión durante los años 1990, 1991 y 1992.

- *Ordenador*: Puede utilizarse para la simulación de fenómenos o como medio de cálculo.

4. LA EVALUACION

En el concepto "objetivo" va implícito el de "evaluación", es decir, constatación de que la conducta a conseguir por el alumno ha superado los niveles mínimos establecidos. La sociedad dota al profesor de la capacidad de juzgar la formación obtenida a lo largo de un curso por el alumno de una materia, exigiéndole un certificado de la aptitud del mismo sobre ella. A pesar de la humildad que ha de impregnar todo el proceso educativo es precisamente

la evaluación el momento en el que al profesor no le queda más remedio que ser elemento decisivo sobre los alumnos, por lo que esta labor ha de abordarse con la suficiente delicadeza y preparación de modo que atienda de la forma más ecuánime posible a sus requisitos. Sin embargo resulta difícil especificar lo que querría decir "éxito en el aprendizaje". No obstante, el hecho de que se sigan poniendo notas y dando calificaciones, tanto en los niveles elementales como en la Universidad, indica que es necesario evaluar de una forma u otra el proceso de aprendizaje.

Puede decirse que *la evaluación consiste en conseguir indicadores numéricos, obtenidos por medio de escalas o cualquier técnica formalizada que aportando descripciones sobre hechos o comportamientos, individuales o colectivos, nos permiten inducir juicios comparativos fiables*. Como queda claro en esta definición, la evaluación no debe ser confundida con la medida. La evaluación es el proceso de recogida de datos, formulación de juicios y toma de decisiones, mientras que la *medida* se refiere al desarrollo de los medios o instrumentos para obtener esta información. El concepto de evaluación, por tanto, es más amplio que el de medida y no sólo implica la medida de los logros o rendimientos de los alumnos sino también la evaluación del propio sistema educativo: evaluación de los programas, del funcionamiento educativo y de la actuación del profesorado. Tampoco es conveniente dramatizar en exceso acerca de las pruebas que se realicen para la evaluación de los alumnos. En este sentido, es preciso evitar, en lo posible, que el alumno se sienta presionado por influencias y condicionamientos sociales que no tienen su raíz en los aspectos puramente académicos, que son los que han de imperar en el universitario.

Los sistemas de evaluación han ido evolucionando a lo largo de los años a medida que han variado las condiciones en que se desarrolla la docencia. Se ha pasado del clásico sistema de exposición oral de un tema a la contestación por escrito de una serie de pruebas objetivas, que pueden evaluarse automáticamente en el caso frecuente de masificación de los cursos (los conocidos "tests"). Precisamente esa masificación de la enseñanza aconsejó en su día la evolución de los sistemas de examen, sin que el último citado de pruebas objetivas aporte ningún criterio de valor en cuanto a la evaluación real de los "saberes" del alumno. En todo caso, lo que se valora es casi siempre la memoria, tanto para exponer un tema como para recordar una serie de conceptos. Esto es necesario, pero no suficiente. Por otra parte, el que el examen motiva el trabajo de los estudiantes es algo generalmente aceptado por todos los educadores y psicólogos de la educación; sin embargo, es evidente que existen muchos puntos oscuros sobre el valor concreto de dicho tipo de estímulo: Los objetivos propuestos por el profesor deben prevalecer, pues de lo contrario los alumnos elaborarán sus propios objetivos que, debido al carácter fuertemente competitivo de nuestra sociedad, se reducirán a "aprender a aprobar los exámenes". Los alumnos aprenderán muy pronto que hay numerosos trucos y artimañas para lograrlo, dejando a un lado los verdaderos objetivos que apuntan hacia una educación más completa.

En la evaluación del trabajo del alumno entran multitud de factores que normalmente no se tienen en cuenta. Sólo se pone el acento en el clásico "lo sabe", "no lo sabe", y la realidad es mucho más compleja, pues en ocasiones no se trata de que el alumno "sepa" o "no sepa", sino que adquiera las habilidades y hábitos para estar en condiciones de llegar a saber, y poder desarrollar su actividad profesional adecuadamente. Por ello una evaluación del trabajo conjunto profesor-alumno habría de basarse en la consideración de una serie de aspectos, sin que tengan prioridad unos sobre otros, como son:

- Conocimientos adquiridos
- Capacidad de razonamiento
- Habilidad para la resolución de situaciones particulares

- Atención en clase
- Capacidad de análisis y síntesis
- Expresión oral, escrita y gráfica
- Capacidad de observación
- Capacidad de redactar informes
- Trabajo personal
- Inquietud científica
- Habilidad manipulativa

Como puede verse, son muchos los puntos que deberían tenerse en cuenta para una correcta evaluación.

Para llevar a cabo la evaluación del alumno es posible considerar cuatro etapas:

- Partir de los objetivos educativos perseguidos.
- Elaborar y aplicar instrumentos de medida (exámenes, prácticas de laboratorio, etc.).
- Interpretar los datos obtenidos de acuerdo con una serie de criterios fijados.
- Formular un juicio y tomar una decisión.

Es fácil comprobar que la elaboración de unos criterios de evaluación es una tarea compleja, siempre abierta a la discusión. Sin embargo, y dado el número de alumnos de la asignatura Física, resulta imposible tomar en consideración todos y cada uno de los puntos antes reseñados. Pese a estos inconvenientes de la masificación, resulta imprescindible que en la evaluación del alumno de Física se tengan en cuenta todos los componentes que constituyen la asignatura. Por tanto, se hace necesario evaluar la teoría, los problemas y las prácticas de laboratorio. Asimismo, y en la medida de lo posible, debe tenerse en cuenta el conocimiento directo que se tenga del alumno (actitud y participación en las clases, asistencia a tutorías,...), más bien como ayuda a aquellos alumnos con una actitud positiva ante la asignatura.

Para la evaluación pueden considerarse:

- *Exámenes escritos*: En el caso de la asignatura de Física suelen tener dos partes:

En primer lugar una serie de *cuestiones* de aspecto teórico, dirigidas a verificar el grado de asimilación de los conceptos de Física expuestos en las clases de teoría. Normalmente no son preguntas memorísticas, sino pruebas que exigen, además del conocimiento, el razonamiento. Contempla, por tanto, aspectos relativos a:

Conocimientos adquiridos
Capacidad de razonamiento
Expresión escrita
Capacidad para el análisis y síntesis
Atención en clase
Trabajo personal

En ocasiones en vez de esta prueba de cuestiones puede realizarse una prueba objetiva, es decir, un "test" con diferentes opciones como respuesta y de las que sólo una es válida. Si esta prueba se prepara concienzudamente, lo cual no suele ser fácil, también nos puede dar una idea sobre los mismos aspectos que la prueba de cuestiones a la que antes nos hemos referido.

En segundo lugar, la resolución de unos *problemas*, dirigidos a comprobar hasta qué punto el alumno es capaz de aplicar los conceptos de Física a la resolución de ejercicios concretos, que nos dará una medida de:

Los conocimientos adquiridos
Capacidad de razonamiento
Habilidad para la resolución de situaciones particulares
Expresión gráfica
Capacidad para el análisis y síntesis
Atención en clase

Es importante valorar más estas capacidades que el desarrollo matemático o la exactitud en los resultados.

- *Prácticas de laboratorio*: Es posible hacer una evaluación de las prácticas realizadas, calificando la libreta del alumno. Se valorará fundamentalmente el análisis de resultados, el cálculo de errores, el correcto trazado de las gráficas y las respuestas de las cuestiones. Las prácticas nos darán una medida de:

La capacidad de observación
La capacidad de razonamiento
El trabajo personal
La habilidad manipulativa

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es que la evaluación ha de estar programada, en la medida de lo posible, desde el principio de curso, para que tanto el alumno como el profesor puedan planificar de manera adecuada la adquisición y la impartición de los contenidos del programa, dentro del marco temporal del curso completo. Esta programación no debe limitarse a una mera enumeración de fechas y de división de contenidos, sino que debe incluir explícitamente tanto la forma como los criterios de evaluación. También resulta aconsejable dar la oportunidad a los alumnos para que procedan a su autoevaluación, de acuerdo con un criterio previamente expuesto por el profesor, a fin de habituarles a desarrollar su espíritu crítico, a distinguir lo importante de lo accesorio y a tomar conciencia de sus propios errores.

La calificación final debe ser el compromiso entre los diferentes apartados que antes hemos indicado, de modo que en la calificación final del curso los resultados de las distintas pruebas han de ser sopesados junto con los posibles datos ya mencionados para fijar si el alumno ha llegado a superar los objetivos previstos, los cuales han de preveer los mínimos exigibles y los distintos niveles graduales de aprovechamiento a los que pueden llegar los alumnos superados dichos objetivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BELENDEZ, A., PASCUAL, I., ROSADO, L. (1989): "La enseñanza de los modelos sobre la naturaleza de la luz". *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 271-275.
 BELTRAN, J. (1985): *Psicología Educativa*. Editorial UNED, Madrid.
 ESCUDERO, T. (1979): *Enseñanza de la Física en la Universidad*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.
 FERNANDEZ PEREZ, M. (1989): *Hacia la construcción crítica de una Didáctica Universitaria*. Universidad Complutense, Madrid.

- FERNANDEZ URIA, E. (1979): *Estructura y Didáctica de las Ciencias*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.
- FERNANDEZ-RAÑADA, A. et al. (1993): *Física básica I*. Alianza Editorial, Madrid.
- GIL, D., BELENDEZ, A., MARTIN, A., MARTINEZ-TORREGROSA, J. (1991): "La formación del profesorado universitario de materias científicas: contra algunas ideas -y comportamientos- de 'sentido común' ". *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, nº12, 43-48.
- LOPEZ RUPEREZ, F. (1987): *Cómo estudiar Física*. Vicens Vives-Ministerio de Educación y Ciencia, Barcelona.
- ROSADO, L. (1979): *Didáctica de la Física*. Editorial Edelvives, Zaragoza.
- SOLBES, J., CALVO, A., POMER, F. (1994): "El futuro de la enseñanza de la Física". *Revista Española de Física*, 8 (4), 45-49.
- SOLBES, J., VILCHES, A. (1989): "Interacciones Ciencia, Técnica y Sociedad". *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 14-20.
- Varios autores. (1988): *La Educación ante las Innovaciones Científicas y Tecnológicas*. Fundación Santillana, Madrid.
- VIENNOT, L. (1989): "La didáctica en la enseñanza superior, ¿para qué?". *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 3-13.
- WEHRLE, A. (1987): *La Enseñanza de la Física*. Edita el Autor, Madrid.