

## Capítulo 2

### ¿Qué deben saber y saber hacer los profesores universitarios?\*

Daniel Gil Pérez y Amparo Vilches  
*Universitat de València*

GIL PÉREZ, D. y VILCHES, A. (2008). Que deben saber e saber hacer os profesores universitarios. En Cebreiros, M. I. y Casado, N., *Novos enfoques no ensino universitario*, Universidade de Vigo, Vigo: Tórculo Artes Gráficas.

*\*Este capítulo ha sido concebido como contribución a la Década de la Educación para un futuro sostenible, instituida por Naciones Unidas para el periodo 2005-2014. (Ver <http://www.oei.es/decada/>).*

### Introducción

Una pregunta como la que da título a este capítulo exige algunas clarificaciones, puesto que puede extrañar a bastantes lectores su mera formulación. Como es bien sabido, los profesores universitarios son seleccionados atendiendo al conocimiento de la materia que imparten y a su labor investigadora, para cumplir las tareas que la sociedad les demanda: contribuir a la construcción de conocimientos (investigación) y transmitir el cuerpo de conocimientos aceptado por la comunidad científica a nuevas generaciones (docencia). Eso es, pues, lo que deben saber y saber hacer. Y dado que aquí nos ocupamos de su tarea docente, la atención ha de centrarse, *obviamente*, en un profundo conocimiento de las materias impartidas, algo consustancial con su preparación y estatus.

*¿Obviamente?* Quizás el mayor problema al que ha de hacer frente la mejora de la educación en todos los niveles –y muy particularmente en el universitario que aquí nos ocupa– reside en aquello que se acepta como obvio, escapando a cualquier análisis crítico y, consecuentemente, a cualquier posibilidad de mejora. Sabemos que el cuestionamiento de las evidencias forma parte esencial de las actitudes y estrategias científicas; pero sabemos también que los científicos reservan esas actitudes y estrategias para sus campos específicos de investigación... y la educación no ha sido hasta aquí uno de ellos.

De hecho, para gran parte del profesorado universitario la docencia universitaria suele ser consecuencia de la incorporación a las tareas de investigación y es vivida, en bastantes ocasiones, como una “carga” que quita tiempo a esas tareas investigadoras prioritarias. También contribuye a esa escasa atención prestada a la docencia la diferente valoración social de ambas actividades: enseñar es visto como algo estándar, repetitivo, “que puede hacer cualquiera”, mientras que la investigación es una tarea compleja, abierta y creativa, “reservada a los mejores”.

Esa idea de que “enseñar lo que se sabe es fácil...”, cuestión de personalidad, de sentido común y alguna experiencia, es asumida como algo “evidente”, no solo por los docentes sino en realidad por toda la sociedad, y constituye un grave impedimento para una actividad docente innovadora, puesto que la enseñanza no se aborda como problema.

Plantearse qué deben saber y saber hacer los profesores universitarios supone, pues, reconocer la existencia de auténticos problemas y obliga a una actitud científica que conlleva cuestionar lo que parece obvio. Ése ha de ser el primer paso para hacer posible la mejora de la enseñanza universitaria: someter a análisis crítico algunas “evidencias de sentido común” que pueden estar bloqueando los cambios necesarios (Cronin-Jones, 1991; Bell, 1998; Gil Pérez y Vilches, 2004).

Uno de estos “hechos evidentes”, según la opinión generalizada del profesorado universitario, es que las dificultades de muchos estudiantes no tienen su origen en la universidad, sino en las enseñanzas secundaria y primaria, que no proporcionan una preparación adecuada, por lo que *la “falta de base” constituye la principal causa de fracaso de los estudiantes universitarios.* El corolario de este hecho resulta también obvio: *se precisa un mayor esfuerzo de selección de los estudiantes con capacidad para realizar estudios superiores.*

Se trata de creencias muy firmes y extendidas. En efecto, en entrevistas realizadas durante la década de los 90 a profesores de facultades de ciencias, acerca de las causas de fracaso de los estudiantes universitarios, la generalidad de los entrevistados atribuía dicho fracaso a la “falta de base”, es decir, a las insuficiencias de la formación en los niveles precedentes (Calatayud, Gil-Pérez y Gimeno, 1992). Esta falta de base continúa siendo hoy un serio motivo de preocupación social, como muestran las frecuentes declaraciones de las autoridades académicas o los titulares de los medios de comunicación y constituye, como intentaremos mostrar, un ejemplo paradigmático de concepción docente “de sentido común” que bloquea un tratamiento efectivo de los problemas de enseñanza aprendizaje. Procederemos seguidamente al análisis de estas concepciones, cuyo cuestionamiento se convierte en un “saber hacer” fundamental para una docencia de calidad.

## **La disposición a cuestionar las “evidencias” como requisito fundamental para una docencia de calidad**

Analizaremos aquí con algún detenimiento, a título de ejemplo de “evidencia” bloqueadora, la tesis, ampliamente compartida por el profesorado universitario, de que los problemas de aprendizaje en la Universidad tienen su origen, en buena medida, en la preparación proporcionada por la Secundaria y en la falta de una selección adecuada.

¿Qué base experimental tiene esta concepción? En realidad, como suele ocurrir con aquello que se considera evidente, no hay demasiados estudios que intenten someter a prueba la supuesta relación entre el elevado porcentaje de fracasos en la universidad y las carencias de la enseñanza preuniversitaria. Podemos referirnos, por ejemplo, a una experiencia realizada en la universidad de Valencia para someter a prueba las deficiencias de la preparación adquirida en la educación secundaria, dando por sentado que así quedaba probada la relación de causa (dichas deficiencias)-efecto (fracaso en la universidad).

La experiencia consistió en lo siguiente: a estudiantes recién ingresados en la facultad de Química, se les pasó el primer día de clase un sencillo cuestionario consistente en 20 preguntas consideradas muy elementales por los mismos profesores de Secundaria. Los resultados fueron realmente muy pobres, con porcentajes de respuestas incorrectas superiores al 50% en la casi totalidad de las cuestiones. La misma experiencia se realizó posteriormente con estudiantes de Física, obteniendo resultados aún más negativos. Ambos resultados corroboraban algo que resultaba evidente para la generalidad del profesorado universitario: la incorrecta preparación proporcionada por la secundaria era la principal causa de fracaso en la universidad. Sin embargo, algunos no aceptamos, por demasiado simplista, la *interpretación* dada a dicha experiencia y expresamos nuestro convencimiento de que las mismas cuestiones, presentadas en idénticas condiciones a los estudiantes de cursos superiores (que ya hayan estudiado dichos contenidos en la universidad) se traducirían en resultados similares. Fundamentábamos nuestra conjetura en lo que podríamos denominar las “leyes del olvido” (tras un largo verano, muchos conocimientos recientemente aprendidos dejan de estar en la memoria próxima y no pueden ser utilizados sin una mínima revisión) y, sobre todo, en que las estrategias de enseñanza en la Universidad no son diferentes a las del nivel Secundario, lo

que se ha de traducir, por tanto, en un mismo predominio del aprendizaje memorístico sobre el significativo. Propusimos por ello pasar el mismo cuestionario, *también el primer día de clase*, a los estudiantes que llegaban a segundo curso tras superar con éxito un curso de Química o Física General. Los resultados obtenidos mostraron una extraordinaria similitud con los correspondientes a los recién ingresados en la Universidad, sin diferencias significativas en los distintos ítems (Calatayud, Gil-Pérez y Gimeno, 1992).

En el mismo sentido podemos señalar que elevados porcentajes de profesores en formación e *incluso en activo* incurren en respuestas incorrectas en bastantes cuestiones básicas relativas a contenidos de sus disciplinas (Carrascosa, Gil y Valdés, 2004).

Resultados como éstos ponen en cuestión la tesis simplista que responsabiliza a la enseñanza precedente de los problemas encontrados en la universidad. Hemos de señalar que también los profesores de Secundaria suelen incurrir, responsabilizando a la enseñanza Primaria, en estas justificaciones simplistas, que han sido repetidamente falsadas con diseños como los que acabamos de describir, y que nada contribuyen a resolver los problemas. Ello constituye un claro ejemplo del peligro que suponen ciertas concepciones del profesorado (y en realidad de toda la sociedad) acerca de los problemas educativos y de sus posibles soluciones, asociadas muy a menudo a un reforzamiento de las barreras selectivas, pese a la creciente y bien fundamentada comprensión de que el desarrollo individual y social requiere proporcionar el máximo de educación posible a todos los ciudadanos y ciudadanas a lo largo de toda la vida (Delors, 1996) y de que el problema de la educación no estriba en la selección, en las barreras segregadoras, sino en la promoción y en el *apoyo a quienes tienen dificultades*, sea cual sea el nivel.

Pero es “indudable” -se señala para seguir apoyando la tesis de que el problema reside en la falta de una selección adecuada- que las evaluaciones más rigurosas muestran que las materias científicas no están al alcance de todos. Conviene detenerse en esta otra “evidencia” y preguntarse si son realmente tan “objetivas y precisas” nuestras valoraciones. Esto es algo que innumerables investigaciones han hecho y los resultados son bien conocidos. Recordémoslos.

Para poner a prueba la supuesta objetividad y precisión de las evaluaciones, la primera idea que surge habitualmente es dar a corregir un mismo examen a diversos profesores. Éste es un diseño clásico que ya fue utilizado por Hoyat (1962) con ejercicios de Física de la prueba del Baccalauréat francés, encontrando que un mismo ejercicio de Física era calificado con notas que iban de 2 a 8 (¡). Este diseño se ha utilizado numerosas veces con resultados similares, pero es cierto que ello no basta para probar la falta de objetividad y precisión: estas discrepancias en las notas pueden ser, simplemente, el fruto de distintos criterios (“Hay profesores rigurosos, otros con manga ancha...”). Surge así la idea de este otro diseño: hacer corregir de nuevo el mismo examen, al cabo de un cierto tiempo, a los mismos profesores. También este diseño fue ya utilizado por Hoyat, con resultados que mostraban una fuerte dispersión de las notas dadas por *los mismos* profesores.

Se han utilizado también diseños más sofisticados, destinados a ver cómo influyen las expectativas de los profesores. Nosotros hemos utilizado reiteradamente un diseño de este tipo, con profesores en activo y en formación: en el contexto de un seminario acerca de la evaluación, se propone a cada profesor la valoración de un ejercicio, pidiéndole una puntuación entre 0 y 10 y, sobre todo, comentarios que puedan ayudar al alumno a comprender mejor la cuestión planteada. El ejercicio que se entrega para corregir es el mismo para todos los profesores, con la única diferencia de un pequeño texto introductorio, que en la mitad de las copias atribuye el ejercicio a un alumno “brillante” y en la otra mitad a un alumno “que no va demasiado bien”. Este “pequeño” comentario, sin embargo, provoca diferencias en las medias del orden de 2 puntos (¡) y comentarios, en general, de apoyo al

alumno “brillante” y de crítica y rechazo al “mediocre” (Alonso, Gil y Mtnez-Torregrosa, 1992).

Conviene recordar también la célebre experiencia de “Pígalión en la Escuela” (Rosenthal y Jacobson, 1968): en una serie de escuelas, situadas en zonas económica y culturalmente desfavorecidas, se hizo creer a los profesores que un test de inteligencia había detectado que unos determinados alumnos (elegidos en realidad al azar, uno en cada escuela) poseían un cociente intelectual extraordinario. Dos años después se pudo constatar que los alumnos señalados habían experimentado un desarrollo intelectual muy superior al de sus condiscípulos. Investigaciones como ésta muestran que los profesores no sólo calificamos más alto a los alumnos que consideramos brillantes, sino que nuestras expectativas positivas se traducen en impulso, seguimiento y ayuda que favorece su progreso.

Como vemos, todos estos resultados cuestionan la supuesta objetividad y precisión de la evaluación en un doble sentido: Por una parte muestran hasta qué punto las valoraciones habituales están sometidas a amplísimos márgenes de incertidumbre (aunque los profesores acostumbremos escribir notas como 4.75, como si todo lo que hemos aprendido sobre márgenes de imprecisión, reproductibilidad de resultados, etc., dejara de ser válido cuando se trata de evaluar a los estudiantes) y, por otra parte, hacen ver que la evaluación constituye un instrumento que afecta muy decisivamente a aquello que se pretende medir con ella, es decir, al propio proceso evaluado. Dicho de otro modo, los profesores no sólo nos dejamos influenciar por nuestros prejuicios al calificar (dando, por ejemplo, puntuaciones más bajas a ejercicios que creemos hechos por alumnos "mediocres"), sino que contribuimos a que dichos prejuicios -los prejuicios, en definitiva, de toda la sociedad- se conviertan en realidad: esos alumnos acaban teniendo logros inferiores y actitudes más negativas hacia el aprendizaje de las ciencias que los alumnos considerados brillantes.

Es preciso, pues, superar las actuales expectativas negativas de buena parte del profesorado y de la sociedad hacia la ampliación de la escolaridad obligatoria y hacia un más amplio acceso a los estudios superiores. Precisamente, uno de los resultados más notables de la *effective school research* (Rivas, 1986) fue que el funcionamiento de las "escuelas eficaces" estaba caracterizado por las *altas expectativas que los profesores de dichos centros poseían y transmitían a sus alumnos*, así como por el seguimiento y apoyo constante a su trabajo. Todo parece indicar, pues, que las dificultades de los estudiantes *en cualquier nivel* son debidas, al menos en parte, a un clima generalizado de desconfianza y rechazo que genera expectativas negativas entre los profesores y los propios estudiantes y se traduce, por tanto, en aceptación del fracaso de muchos de ellos como algo "natural"... que debe ser detectado y oficializado con pruebas selectivas “rigurosas y objetivas”.

Como vemos, los decepcionantes resultados de la educación científica que afectan a todos los niveles de la enseñanza no pueden despacharse con explicaciones simplistas, basadas en una supuesta “incapacidad” de la mayoría de los estudiantes, o en las deficiencias del nivel precedente. Sin embargo ésa es la opinión, ya lo hemos señalado, de muchos profesores de materias científicas, tanto universitarios como de secundaria, que se refieren a la “falta de base”, a la inadecuada preparación proporcionada por el nivel precedente (secundaria o primaria) y a la falta de medidas selectivas eficaces, como las principales causas de fracaso de sus estudiantes.

Podemos, pues, concluir, que la evidencia de “la falta de base”, de un creciente “descenso de nivel”, supuestamente certificada por “evaluaciones rigurosas”, constituye un auténtico mito, como han mostrado los resultados convergentes de numerosas investigaciones (Tamir, 1998). *La disposición a someter a análisis “las evidencias de sentido común” se convierte así en un “saber hacer” fundamental, en un requisito básico para una adecuada preparación de los*

docentes de cualquier nivel, incluido el universitario. En caso contrario los intentos de resolver los problemas estarán mal orientados y carecerán de efectividad. Es lo que ocurre cuando se da por sentado que los problemas de la universidad proceden de las deficiencias de la secundaria y se propone como solución que los profesores universitarios “cubran las deficiencias” de sus colegas de instituto, a través de la explicación de temas, el montaje de sesiones de prácticas, etc. Este tipo de “perfeccionamiento” sólo puede servir, en general, para “refrescar” las orientaciones que los profesores de Secundaria ya recibieron en las facultades, es decir, para “más de lo mismo”, para reforzar los enfoques meramente operativos que presentan la ciencia como una actividad descontextualizada, rígida... en las antípodas de su verdadera naturaleza de aventura del pensamiento y de lo que la investigación educativa propone como estrategias de aprendizaje *para todos los niveles*.

En efecto, la idea de que el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias se desarrolle como un proceso de (re)construcción de conocimientos, en un contexto *que se inspire* (dentro de lo posible en cada nivel) en el de la investigación, es compartida por un amplio abanico de investigadores en didáctica de las ciencias (Osborne y Wittrok 1985; Driver y Holdham 1986; Gil Pérez y Carrascosa, 1985; Duschl 1990 y 1995; Burbules y Linn 1991; Hodson, 1992; Zoller, 1999; Gil Pérez al., 2002; Martínez Torregrosa, Gil Pérez y Bernat, 2003...). También las recientes propuestas curriculares han hecho suya esta orientación. Así, los National Standards for Science Education (National Research Council, 1996) proclaman que "*en todos los niveles*, la educación científica debe basarse en la metodología de la investigación", como forma de favorecer, tanto una actividad significativa, en torno a problemas susceptibles de interesar a los estudiantes, como su progresiva autonomía de juicio y capacidad de participación en tareas colectivas.

Ello se fundamenta, entre otras razones, en el hecho de que el contexto hipotético-deductivo característico de una investigación suministra oportunidades idóneas para un aprendizaje profundo, al obligar a plantear problemas y discutir su relevancia, tomar decisiones que permitan avanzar, formular ideas de manera tentativa, ponerlas a prueba dentro de una estructura lógica general, obtener evidencias para apoyar las conclusiones, utilizar los criterios de coherencia y universalidad... y todo ello en un ambiente de trabajo colectivo y de implicación personal en la tarea. “Investigar” –o, utilizando otras terminologías próximas “indagar” (Díaz y Jiménez, 1999), o “construir modelos” (Pozo, 1999)- es una forma de aprendizaje profundo: el enfrentarse a situaciones problemáticas y elaborar posibles soluciones a modo de tentativas, exige el desarrollo de procesos de justificación individuales y colectivos, que forman parte de las estrategias científicas.

Cabe señalar que estas estrategias formativas son las utilizadas en la Universidad con aquellos postgraduados que se incorporan a algún Departamento para prepararse como futuros investigadores. Y cabe señalar también que este periodo es vivido, por la generalidad de quienes pasan por él, como el más fructífero de su formación. Sin embargo, dicha concepción está totalmente ausente de la realidad de las aulas universitarias. La omnipresente transmisión de conocimientos ya elaborados, las colecciones de ejercicios resueltos como “no problemas” y las “prácticas de laboratorio” desarrolladas a modo de recetas y desligadas de la estructura lógica de las asignaturas (con mayor o menor apoyo de las “nuevas tecnologías”), parecen insustituibles, por diversas razones, entre las que juega un papel importante otro aspecto del pensamiento docente espontáneo que aquí estamos poniendo en cuestión, consistente en desligar completamente enseñanza e investigación.

Esto enfoques explican los problemas de aprendizaje tanto en la universidad como en la educación secundaria y vienen a cuestionar lo que debe entenderse por un adecuado

conocimiento de la materia a enseñar. Analizaremos en el siguiente apartado cuáles son las necesidades a este respecto para hacer posible una docencia de calidad.

## **El conocimiento en profundidad de la materia**

Existe un acuerdo general en que el conocimiento *profundo* de la materia que se ha de impartir constituye un requisito imprescindible para una enseñanza de calidad. La investigación ha mostrado, en efecto, que la falta de dicho conocimiento dificulta muy seriamente que los profesores afectados puedan valorar correctamente los resultados de la enseñanza o participar en la elaboración de propuestas innovadoras (Tobin y Espinet, 1989). Pero es preciso ser conscientes de que un buen conocimiento de la materia va más allá de lo que suele impartirse en las facultades de ciencias y no se reduce a conocer los hechos, leyes y teorías que conforman el cuerpo de conocimientos científicos. Una educación científica como la practicada hasta aquí, tanto en Secundaria como en la misma universidad, centrada casi exclusivamente en los aspectos conceptuales, transmite una visión deformada y empobrecida de la actividad científica, que no solo contribuye a una imagen pública de la ciencia como algo ajeno e inasequible -cuando no directamente rechazable-, sino que está haciendo disminuir drásticamente el interés de los jóvenes por dedicarse a la misma (Matthews, 1994; Solbes y Vilches, 1997). La gravedad y la extensión de estas deformaciones ha sido puesta de relieve por numerosas investigaciones (Fernández et al., 2002). Cabe resaltar, además, que *esta enseñanza centrada en la recepción de contenidos conceptuales ya elaborados, dificulta, paradójicamente, el aprendizaje conceptual*. En efecto, la investigación en didáctica de las ciencias, tanto en el campo de las preconcepciones como en el de los trabajos prácticos, la resolución de problemas, etc., ha mostrado que "los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones científicas, con tal que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión" (Hodson, 1992). Dicho con otras palabras, esta investigación ha puesto de relieve que *la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear la enseñanza de las ciencias como una actividad, próxima a la investigación científica, que integre los aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos* (Duschl y Gitomer, 1991). Por tanto, un buen conocimiento de la materia para un docente, *tanto de Secundaria como de Universidad*, supone también, entre otros aspectos muy a menudo olvidados (Gil et al., 1991; Gil y Pessoa de Carvalho, 2000):

- Conocer los problemas que originaron la construcción de dichos conocimientos y cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes, evitando así visiones estáticas y dogmáticas que deforman la naturaleza del conocimiento científico. Se trata, en definitiva, de conocer la historia de las ciencias, no sólo como un aspecto básico de la cultura científica general que un profesor precisa sino, primordialmente, como una forma de *asociar los conocimientos científicos con los problemas que originaron su construcción* (Matthews, 1994), sin lo cual dichos conocimientos aparecen como construcciones arbitrarias (Otero, 1985). Se puede así, además, *conocer cuales fueron las dificultades, los obstáculos epistemológicos* (Bachelard, 1938) que hubo que superar, lo que constituye una ayuda imprescindible para comprender las dificultades de los alumnos (Saltiel y Viennot, 1985) y también cómo evolucionaron dichos conocimientos y como llegaron a articularse en cuerpos coherentes, evitando así visiones estáticas y dogmáticas que deforman la naturaleza del trabajo científico (Fernández et al., 2002).
- Conocer y *utilizar* en la docencia impartida las estrategias empleadas en la construcción de los conocimientos, contribuyendo así a familiarizar a los estudiantes con la forma en que los científicos se plantean y tratan los problemas, las características más notables de su actividad, los criterios de validación y aceptación de las teorías científicas... Haciendo

posible su participación en la reconstrucción de los conocimientos, a partir de problemas de interés, como forma más efectiva de aprendizaje (Gil Pérez et al., 2002) y más adecuada, muy particularmente, para el nivel universitario (Martínez Torregrosa, Gil Pérez y Bernat, 2003).

- Conocer, en particular, las interacciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) asociadas a la construcción de conocimientos (Membiela, 2001), sin ignorar el carácter a menudo conflictivo del papel social de las ciencias y la necesidad de la toma de decisiones (Aikenhead, 1985). Ello resulta esencial para dar una imagen correcta de la ciencia. En efecto, el trabajo de los hombres y mujeres de ciencia -como cualquier otra actividad humana- no tiene lugar al margen de la sociedad en que viven y se ve afectado, lógicamente, por los problemas y circunstancias del momento histórico, del mismo modo que su acción tiene una clara influencia sobre el medio físico y social en que se inserta. Señalar esto puede parecer superfluo; sin embargo, la idea de que hacer ciencia es poco menos que encerrarse en una torre de marfil -"en el mundo de los libros", etc- desconectando de la realidad, constituye una imagen tópica muy extendida y a la que la enseñanza lamentablemente contribuye -particularmente en el nivel universitario- con su reducción a la transmisión de contenidos conceptuales y, a lo sumo, entrenamiento en alguna destreza, pero dejando de lado los aspectos históricos, sociales,... que enmarcan el desarrollo científico (Solbes y Vilches, 1997). Esta atención a las relaciones CTSA es hoy más necesaria que nunca para contribuir a formar ciudadanos y científicos conscientes de la situación de emergencia planetaria y preparados para la toma de decisiones fundamentadas para hacerle frente (Vilches y Gil, 2003). Ésa es la razón por la que Naciones Unidas ha instituido una Década de la educación por un futuro sostenible (2005-2014), que constituye un llamamiento a los educadores de todos los niveles y áreas para que contribuyamos al logro de un futuro sostenible (ver [www.oei.es/decada](http://www.oei.es/decada)).
- Conocer los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas, para poder transmitir una visión dinámica, no cerrada, de la ciencia. En el mismo sentido, es preciso adquirir conocimientos de otras materias relacionadas, para *poder abordar los "problemas-frontera", las interacciones entre los distintos campos y los procesos de unificación*, que constituyen momentos cumbre del desarrollo científico. Se puede así evitar la imagen a menudo proporcionada y justamente criticada de las distintas materias como compartimentos estancos.

Como señala Linn (1987), este conocimiento profundo de la materia, superador de los habituales reduccionismos, es central para una enseñanza eficaz y en modo alguno puede considerarse que forme parte de la preparación estándar de los profesores, incluidos los universitarios. Se trata de una dimensión de la formación que reclama, pues, un especial esfuerzo, pero que puede proporcionar también notables satisfacciones a los profesores (que ven enriquecer su actividad como docentes con nuevas perspectivas) y, por supuesto, a sus estudiantes, que adquieren así una visión de la ciencia como actividad abierta y creativa que resulta, además, más ajustada a la realidad.

Por otra parte, las necesidades formativas de los profesores de materias científicas no se limitan, hemos de insistir, a este conocimiento en profundidad de la disciplina, sino que incluyen muchos otros conocimientos específicos de la docencia y, en primer lugar, como ya hemos expuesto en el apartado anterior, es preciso resaltar el papel esencial que juegan (o, mejor dicho, habrían de jugar) en dicha formación el conocimiento y análisis crítico del pensamiento docente espontáneo (Cronin-Jones, 1991; Briscoe, 1991; Porlán, 1993; Bell, 1998). Ello permite romper con concepciones simplistas de la docencia y comprender la necesidad de familiarizarse con el cuerpo de conocimientos que la investigación ha ido construyendo en torno a los problemas que plantea el proceso de enseñanza/aprendizaje de las

ciencias (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998; Perales y Cañal, 2000). Un cuerpo de conocimientos que empieza a incorporar aportaciones específicas para el nivel universitario. Nos referiremos, a título de ejemplo, a lo que supone el diseño de programas adecuados de actividades para que la enseñanza/aprendizaje deje de ser un proceso de mera transmisión/recepción.

## **Saber diseñar programas de actividades para hacer posible un aprendizaje como investigación**

Si, como hemos intentado fundamentar muy someramente, el aprendizaje sólido de los conocimientos científicos implica el desarrollo simultáneo de procesos de producción y aceptación típicos del trabajo científico, y de la implicación axiológica necesaria para que esa tarea tan exigente pueda llevarse a cabo, la planificación de un curso y de los temas en él desarrollados no puede responder simplemente a la lógica que expresa la secuencia “¿qué objetivos deben lograr los estudiantes?, ¿qué contenidos impartir?, ¿cómo ha de ser el examen para constatar el aprendizaje logrado?”, sino que obliga a formularse las preguntas “¿cómo problematizar el curso y cada uno de los temas incluidos para favorecer el aprendizaje como investigación en torno a problemas de interés? y ¿cómo evaluar para impulsar y orientar dicho aprendizaje?” (Martínez Torregrosa, Gil Pérez y Bernat, 2003).

Desde esta perspectiva, por tanto, para organizar la estructura de los temas y los cursos, es necesario identificar algunos de los problemas que están en el origen de las teorías que queremos que pasen a formar parte de los conocimientos de los estudiantes, discutir la relevancia de los mismos y planificar una estrategia que permita avanzar en la solución a los problemas planteados, en un ambiente hipotético deductivo que suministre oportunidades para la apropiación de la epistemología científica. Esto requiere un análisis histórico, epistemológico y didáctico sobre la materia seleccionada para que su estudio sea útil y factible para los estudiantes implicados. Este análisis está guiado por preguntas tales como:

- ¿Qué problemas están en el origen de las teorías que deseamos que pasen a formar parte del bagaje de los estudiantes?
- ¿Cuáles son/fueron los obstáculos más importantes que hubo que superar para avanzar en la solución de los problemas planteados? ¿Qué ideas, qué razonamientos pueden tener los alumnos sobre los aspectos anteriores que puedan suponer obstáculos para el aprendizaje y que, por tanto, deben ser tomados en consideración? (Identificación de objetivos/obstáculo).
- ¿Qué plan concreto de investigación –secuenciación– conviene proponer a los estudiantes para avanzar en la solución a los problemas iniciales?

Este estudio está dirigido, en definitiva, al diseño de una estructura del curso que permita a los estudiantes, con el apoyo de profesor, enfrentarse a situaciones problemáticas de interés, poniendo en juego buena parte de los procesos de producción y validación de los conocimientos científicos. Más concretamente ello supone:

1. Plantear, en el **inicio** del curso (y, en su caso, de los grandes bloques o temas que lo compongan) situaciones problemáticas que –inspirándose en las que desde el punto de vista histórico y/o epistemológico, están en el origen de los conocimientos implicados– sirvan de punto de partida para el trabajo de los estudiantes. Por supuesto, debe prestarse atención explícita a que los alumnos se apropien de los problemas, a que tomen conciencia de su interés, como condición necesaria para su implicación en la tarea.

2. Diseñar la **secuenciación** de los temas del curso con una lógica problematizada, es decir, como una posible estrategia para avanzar en la solución a las grandes preguntas iniciales. Esto da lugar a un hilo conductor en el que cada tema se convierte en un problema más concreto cuya solución permite avanzar en el problema inicial, al mismo tiempo que puede generar nuevos problemas, incrementándose así las relaciones entre los distintos temas.
3. Organizar el **índice** de cada uno de los temas/problema de forma que responda igualmente a una **posible estrategia** para avanzar en su solución, es decir, a un “plan de investigación” diseñado por el profesor (o, mejor, por equipos de profesores). En este sentido, la estructura o secuencia de apartados del tema debe estar ligada intencional y lógicamente con la problematización inicial. La estructura de los temas no está guiada, por tanto, como es habitual, por los conceptos fundamentales, sino por un intento de plantear y avanzar en **problemas fundamentales**. De este modo, los conceptos son introducidos funcionalmente como parte del proceso de tratamiento de los problemas planteados y de unificación de campos inicialmente inconexos. Si el conocimiento científico es fruto de un intento de responder preguntas, ¿por qué pretender que los alumnos aprendan respuestas sin conocer las preguntas a las que responden? (Otero 1985).
4. En este contexto de resolución de problemas, los **conceptos y modelos** se introducen, por alumnos y profesor, como tentativas, como hipótesis fundadas, que deben ser puestas a prueba, tanto a través de su capacidad predictiva en situaciones de laboratorio y en el abordaje de situaciones problemáticas abiertas concretas -que requieren una modelización basada en los mismos (contexto de resolución de problemas, incluyendo la toma de decisiones en situaciones de interés social)-, como a través del establecimiento de su coherencia con la globalidad de los conocimientos ya establecidos por investigaciones precedentes. La realización de ejercicios, los trabajos prácticos, y la resolución de problemas se integran con sentido, junto a la introducción de conceptos y sus relaciones, dentro de la estructura de investigación (Gil et al., 1999).
5. Consideramos esencial la realización de recapitulaciones periódicas (**recapitulaciones problematizadas**) sobre lo que se ha avanzado en la solución al problema planteado, los obstáculos superados y lo que queda por hacer, prestando así especial atención a la regulación y orientación de los alumnos en el desarrollo de la investigación.

Todo ello constituye una forma de trabajo en el aula que favorece la explicitación de las propias ideas y su confrontación con las de otros, en un ambiente hipotético-deductivo rico en episodios de argumentación y justificación, tan importantes para el aprendizaje de conocimientos científicos (Driver, Newton y Osborne, 2000). Se pretende así, en definitiva, crear un ambiente que favorezca simultáneamente la implicación afectiva y la racionalidad científica de todos los implicados (profesor y alumnos) en la resolución de los problemas. Por supuesto, ello exige una cuidadosa planificación de la tarea por el profesor, mediante programas de investigación (programas de actividades debidamente engarzadas) y dejar tiempo en el aula para que los alumnos piensen, argumenten y refuten. Un ejemplo concreto de este proceso de diseño para un curso universitario puede encontrarse en Martínez Torregrosa, Gil Pérez y Bernat (2003). Un reciente libro colectivo editado por UNESCO (Gil Pérez et al., 2005) incorpora algunos ejemplos de programas de actividades para estudiantes de Bachillerato, además de una discusión en profundidad de los planteamientos generales para orientar el aprendizaje como una investigación.

## **A modo de conclusión: el profesorado universitario frente a los nuevos desafíos**

La necesidad de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como la oportunidad que brinda el nuevo marco del Espacio Europeo de Educación Superior, proponiendo “*una nueva concepción de la formación académica, centrada en el aprendizaje del alumno, y una revalorización de la función docente del profesor universitario que incentive su motivación y que reconozca los esfuerzos encaminados a mejorar la calidad y la innovación educativa*”, (ver [http://www.mec.es/universidades/eees/files/Documento\\_Marco.pdf](http://www.mec.es/universidades/eees/files/Documento_Marco.pdf)) constituyen a la vez un impulso y un gran reto para la enseñanza universitaria en la actualidad.

Las deficiencias en los resultados del aprendizaje, el aumento de la demanda de formación universitaria, la necesidad del aprendizaje permanente de la ciudadanía, los cambios en la formación del profesorado de los diferentes niveles educativos, en particular la implantación de los master profesionales, etc., requieren profundos cambios que deben empezar por superar barreras como las que aquí se han planteado relativas a preconcepciones docentes. Barreras que obstaculizan una docencia de calidad, cuya superación implica un replanteamiento de lo que los docentes universitarios deben saber y saber hacer. La cuestión esencial estriba, pues, en favorecer el cuestionamiento de dichos mitos y, muy en particular, mostrar la posibilidad y la relevancia de una docencia sin connotaciones negativas, capaz de generar las satisfacciones de una actividad abierta y creativa... como la misma investigación. Un replanteamiento que se apoye en la abundante investigación ya existente (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998; Perales y Cañal, 2000) y, sobre todo, en la incorporación del profesorado en la construcción de los nuevos conocimientos en torno a los problemas que la enseñanza plantea.

Terminaremos recordando que la educación, y en particular la educación superior, se encuentra inmersa en un proceso que, como se señala en el *Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI* (Delors, 1996), ha de extender la formación al conjunto de la ciudadanía a lo largo de toda la vida, para hacer posible una sociedad sostenible. Para ello resulta imprescindible una profunda transformación de los contenidos y estrategias de la educación, en la que hemos de participar todos los educadores, de todos los niveles y ámbitos educativos, junto al resto de la sociedad. Y es en ese marco auténticamente revolucionario de *Educación para la Sostenibilidad* en el que debemos contemplar las necesarias transformaciones de la docencia universitaria, respondiendo así a los llamamientos de Naciones Unidas para contribuir a que la ciudadanía adquiriera una adecuada visión de los graves problemas a que se enfrenta hoy la humanidad y las necesarias medidas que se requiere adoptar.

### **Referencias Bibliográficas**

- AIKENHEAD, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69(4), 453-475.
- ALONSO, M., GIL, D. y MARTÍNEZ TORREGROSA, J. (1992). Concepciones espontáneas de los profesores de ciencias sobre la evaluación. Obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento, *Revista de Enseñanza de la Física*, 5 (2), 18-38.
- BACHELARD, G. (1938). *La Formation de L'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
- BELL, B. (1998). Teacher development in science education. En Fraser, B. J. y Tobin, K. G (Eds). *International Handbook of Science Education*, Kluber, Dordrecht.
- BRISCOE, C. (1991). The dynamic interactions among beliefs, role metaphors and teaching practices. A case study of teacher change, *Science Education*, 75(2), 185-199.

- BURBULES, N. y LINN, M. (1991). Science education and philosophy of science: congruence or contradiction? *International Journal of Science Education*, 13 (3), 227-241.
- CALATAYUD, M. L., GIL-PÉREZ, D. y GIMENO, J. V. (1992). Cuestionando el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario: ¿las deficiencias de la enseñanza secundaria como origen de las dificultades de los estudiantes? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14, 71-81.
- CARRASCOSA, J., GIL, D. y VALDÉS, P. (2004). El problema de las concepciones alternativas hoy. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 18, 41-63.
- CRONIN-JONES, L.L. (1991). Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies, *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (3), 235-250.
- DELORS, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.
- DÍAZ, J. y JIMÉNEZ, M. P. (1999). Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. *Alambique*, 20, 9-16.
- DRIVER, R., NEWTON, P. y OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom, *Science Education* 84, 287-312.
- DRIVER, R. y OLDFHAM, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- DUSCHL, R. (1990). *Restructuring science education: The role of theories and their importance*. New York: Teacher College Press, Columbia University.
- DUSCHL, R. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual, *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 3-14.
- DUSCHL, R. y GITOMER, D. (1991). Epistemological Perspectives on conceptual change: implications for educational practice, *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), 839- 858.
- FERNÁNDEZ, I., GIL-PÉREZ, D., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, J. y PRAIA, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- FRASER, B. y TOBIN, K. G. (Eds.) (1998). *International Handbook of Science Education*. London: Kluber Academic Publishers.
- GABEL, D. L. (Ed.) (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, New York: MacMillan Pub Co.
- GIL-PÉREZ, D. y CARRASCOSA, J. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7(3), 231-236.
- GIL, D. y PESSOA DE CARVALHO, A. M. (2000). Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias, *Educación Química*, 11(2), 250-257.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- GIL-PÉREZ, D., GUIASOLA, J., MORENO, A., CACHAPUZ, A., PESSOA, A., MARTÍNEZ, J., SALINAS, J., VALDÉS, P., GONZÁLEZ, E., GENÉ, A., DUMAS, A., TRICÁRICO, H. y GALLEGU, R. (2002). Defending constructivism in science education, *Science & Education*, 11, 557-571.
- GIL, D., FURIÓ, C., VALDÉS, P., SALINAS, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GUIASOLA, J., GONZÁLEZ, E., DUMAS-CARRÉ, A., GOFFARD, M. y PESSOA, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?, *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.

- GIL- PÉREZ, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ TORREGROSA, J., SIFREDO, C., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (Eds.) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.
- GIL-PÉREZ, D. y VILCHES, A. (2004). La formación del profesorado de ciencias de secundaria... y de universidad. La necesaria superación de algunos mitos bloqueadores. *Educación Química*, 15(1), 43-58.
- HODSON, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education, *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566.
- HOYAT, F. (1962). *Les Examens*. Paris: Institut de l'UNESCO pour l'Education. Ed Bourrellier.
- LINN, M. C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3), 191-216.
- MARTÍNEZ TORREGROSA, J., GIL PÉREZ, D. y BERNAT, S. (2003). La universidad como nivel privilegiado para un aprendizaje como investigación orientada. En Monero, C. y Pozo, J. I. (2003). *La Universidad ante la nueva cultura educativa*, Barcelona: Editorial Síntesis.
- MATTHEWS, M. R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual, *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 255-277.
- MEMBIELA, P. (Ed.) (2001). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996). *National Science Education Standards*, National Washington, DC: Academy Press.
- OSBORNE, R. y WITTROK, M. (1985). The generative learning model and its implications for science education, *Studies in Science Education*, 12, 59-87.
- OTERO, J. (1985). Assimilation problems in traditional representation of scientific knowledge. *European Journal of Science Education*, 7 (4), 361-369.
- PERALES, J. y CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias: Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoy: Marfil.
- PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza - aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: DIADA.
- POZO, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional, *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 513- 520.
- RIVAS, M. (1986). Factores de eficacia escolar: una línea de investigación didáctica. *Bordón*, 264, 693-708.
- ROSENTHAL, R. y JACOBSON, L. (1968). *Pigmalion in the classroom*. New Jersey: Rinehart and Winston.
- SALTIEL, E. y VIENNOT, L. (1985). ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes? *Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), 137-144.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1997). STS interactions and the teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81(4), 377-386.
- TAMIR, P. (1998). Assessment and evaluation in science education: opportunities to learn and outcomes. En Fraser B. J. y Tobin K. G. (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Londres: Kluber Academic Publishers.

TOBIN, K. y ESPINET, M. (1989). Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching, *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.

VILCHES, A. y GIL- PÉREZ, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

ZOLLER, U. (1999). Scaling-Up of Higher-Order Cognitive Skills-Oriented College Chemistry Teaching: An Action-Oriented Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (5), 583-596.