

## **ES POSIBLE MEJORAR EL DISEÑO DE LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE CIENCIAS PARA FAVORECER EL APRENDIZAJE**

### **Resumen**

Para tratar de salir de la encrucijada del fracaso escolar universitario, nos hemos propuesto diseñar y desarrollar los cursos de ciencias bajo una estructura de resolución de problemas donde la participación de los estudiantes en las actividades de la misma, favorezcan el aprendizaje significativo de los temas y la adquisición de aspectos como aprender a aprender, pensar, cooperar, comunicar, empatizar, criticar y automotivarse.

Se trata de introducir actividades que potencien los aspectos más creativos del trabajo científico y la máxima participación de lo estudiantes para que disfruten y aprendan con el acompañamiento del profesor.

Palabras clave. Enseñanza. Diseño de cursos. Problemas. Conocimiento científico. Universidad.

### **SUMMARY**

In order to try to leave the crossroads of the university scholastic failure, we have seted out to design and to develop the courses of sciences under a structure of resolution of problems where the participation of the students in the activities of the same one, favors the significant learning of the subjects and the acquisition of aspects like learning to learn, to think, to cooperate, to communicate, to empathizer, to criticize and to automotive themselves.

One is to introduce activities that harness the most creative aspects of the scientific work and the maxima participation of the students so that they enjoy and they learn with the support of the professor.

Key words: Education. Design of courses. Problems. Scientific knowledge. University.

### **Introducción.**

A juzgar por los resultados de las pruebas ECAES (Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior), recientemente publicados por el Ministerio de Educación Nacional Colombiano, en palabras de Pozo y Gómez Crespo (1998), cabe decir que los estudiantes universitarios de ingeniería no aprenden la ciencia que se les enseña. Estos resultados confirman el mismo fracaso que los profesores observan a diario luego de hacer las evaluaciones terminales de los materiales enseñados en los cursos universitarios, en particular, en los tres primeros años de carrera. Similar situación se vive en el ámbito mundial, hasta el punto que el fracaso en el aprendizaje de las ciencias se ha constituido al decir de Gil et al. (1999b),

en un auténtico problema social, no solo por el número de estudiantes reprobados, sino también porque no alcanzan la formación requerida.

La mayoría de profesores universitarios de ciencias e ingeniería consideran que estos resultados precarios son normales, pues la ciencia no es para que la aprenda todo el mundo y además porque, según ellos, con su manera actual de enseñar se han formado los estudiantes que han alcanzado el éxito profesional (Corena, 2002). Se pasa así por alto que las precariedades en el aprendizaje también son imputables a la enseñanza (Furió, 1994).

Pero, ¿qué hay detrás de este fracaso generalizado? Por un lado, estaría una enseñanza inadecuada, predominantemente transmisora de conocimientos ya elaborados y, del otro, un modo de aprender coherente con esa enseñanza, que poco usa el pensamiento divergente. Respecto a la profundidad de ambas causas viene presentando evidencia la reciente investigación en didáctica de las ciencias realizada en la universidad, como se muestra, entre otros, en los trabajos de Salinas (1994), Romo (1998), González de la Barrera (2003), Almudi (2002).

A la predominancia en la educación universitaria colombiana de una forma de enseñanza transmisora y repetitiva se ha referido el propio Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (2001) y a la ausencia del uso del pensamiento divergente en el aprendizaje de los jóvenes colombianos han hecho mención debidamente sustentada De Zubiría y De Zubiría (1995).

Así mismo, la investigación en didáctica de las ciencias, ha venido mostrando que es posible superar esos resultados precarios avanzando hacia la promoción del aprendizaje por comprensión y del desarrollo simultáneo de destrezas de alto nivel intelectual en los estudiantes por medio de una forma de enseñanza que sea coherente con ese propósito, como es la enseñanza como investigación, que también introduce cambios en la evaluación (Martínez Torregrosa, Gil y Martínez Sebastián, 2003). Esta mejora en la enseñanza debe apoyar la formación en los estudiantes del pensamiento divergente (Valdés y Valdés, 1999).

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 educativo) en la investigación, es compartida por una amplio abanico de investigadores en didáctica de las ciencias, dentro del cual se destacan Osborne y Wittrok (1985), Driver y Oldham (1986), Gil y Martínez Torregrosa (1987), Burbules y Linn (1991), Hodson (1992), Furió y Guisasola (1998), Gil et al. (1999b) y Valdés, Valdés y Macedo (2001). También las recientes propuestas curriculares han hecho suya esta orientación. Así, los National Standards for Science Education (NRC, 1996), proclaman que, en todos los niveles, la educación científica debe basarse en la metodología de la investigación, como forma de parecer 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 (Martínez Torregrosa, Gil y Martínez Sebastián, 2003)

En nuestro medio estas estrategias formativas se utilizan parcial o totalmente en los trabajos que hacen los estudiantes para obtener su grado de profesionales en ciencias e ingeniería y en los trabajos de maestría. Lo que resulta llamativo es que la enseñanza reserve el uso de este tipo de estrategias para los años avanzados de carrera o los estudios de postgrado. Esta cuestión merece ser investigada, debido a la desconexión manifiesta entre enseñanza e investigación, que caracteriza la enseñanza en las escuelas de ciencias e ingeniería, con lo cual se afianza una suerte de ciencia escolar muy lejana de los aspectos que caracterizan al trabajo científico tecnológico y muy contraria al desarrollo integral de las funciones de docencia, investigación y extensión proclamadas en las misiones de un gran número de universidades latinoamericanas.

Pero además, es necesario considerar que dadas la mayoría de edad de los jóvenes universitarios y el contexto sociocultural actual de la universidad no tiene sentido que la enseñanza se centre en la transmisión verbal de contenidos y, tampoco lo tiene, como señalan Monereo y Pozo (2003), que ésta no propicie que los estudiantes aprendan a aprender, pensar, cooperar, comunicar, empatizar, criticar y automotivarse.

A título tentativo, para tratar de salir de la encrucijada del fracaso escolar universitario, nos hemos propuesto diseñar y desarrollar los cursos de ciencias bajo una estructura problematizadora donde la participación de los estudiantes en las actividades de la misma, favorezcan el aprendizaje significativo de los temas y la adquisición de los aspectos indicados en el párrafo anterior. En el diseño de cursos podemos ver si nosotros los profesores nos hemos apropiado del conocimiento didáctico (Sanmarti, 2000). A continuación haremos mención a las pautas que orientan el diseño de los cursos como problemas, cuya apropiación por los profesores, sería posible a partir de las reflexiones y las innovaciones didácticas.

### **Pautas para el diseño de cursos de ciencias e ingeniería como problemas.**

Con apoyo en las propuestas de Gil et al. (1991), Duschl y Gitomer (1996), de Martínez Torregrosa y Verdú (1997) y Martínez Torregrosa, Gil y Martínez Sebastián (2003), hemos elaborado las siguientes pautas de diseño de cursos de ciencias e ingeniería en la universidad, que consideramos expresan funcionalmente los rasgos esenciales de la enseñanza como investigación:

- Propiciar la construcción de una vista panorámica inicial de la materia a estudiar. Decir a qué preguntas sobre el mundo intenta responder la materia, qué relaciones tiene con otras materias, cuál es su conexión específica con una o varias ciencias de la naturaleza, cuál es su relación específica con la matemática y la informática, cuáles han sido algunas de las preguntas concretas que han orientado su desarrollo, qué aporta a la formación de los estudiantes en campos específicos, a cuáles preguntas trata de ayudar a responder en la actualidad, qué problemas del contexto local aborda. Aquí se empiezan a vislumbrar los elementos principales y las secuencias de la gran síntesis de la materia y la selección de problemas de interés social a tratar. En suma, se trata de introducir actividades que potencien los aspectos más creativos del trabajo científico y la máxima participación de los estudiantes para que disfruten y aprendan con el acompañamiento del profesor.

- Propiciar la problematización inicial del campo de estudio, generando una secuencia de problemas concretos, cuyo tratamiento ayuda a resolver las preguntas iniciales, para asegurar que se van a tratar aspectos clave para la construcción de la síntesis y la selección del problema o problemas de la vida local a tratar durante el desarrollo del curso.

- Propiciar, por medio de distintas actividades y la aplicación de variados instrumentos, que los estudiantes manifiesten lo que ya saben sobre la gran síntesis a elaborar de la materia y sobre la cuestión o cuestiones a estudiar y empiecen a reflexionar sobre sus dificultades en el aprendizaje y cómo superarlas.

- Promover el índice de los temas del curso (problemas concretos) de la secuencia, como una posible estrategia para resolverlos y ayudar a resolver el problema o los problemas de interés social seleccionados por los estudiantes. No hay que sobrecargar el temario, lo importante es ganar en coherencia y profundidad en lo enseñado y aprendido.

- Ayudar a precisar que la red de conceptos/ y o modelos que deben ser aprendidos en el curso, se verán como hipótesis, cuya adquisición se hará integrada a la resolución de problemas y trabajos prácticos. Se consideran conceptos fundamentales los que tienen capacidad para hacer avanzar en la solución a problemas fundamentales. Hay que conocer qué sería lo nuevo en la asignatura y qué no, reconociendo lo que se ha introducido en cursos anteriores para desarrollar, en consecuencia, las actividades. Esto permite, además, mejorar el trabajo en equipo del profesorado, conectando los diseños de cursos precedentes, simultáneos y posteriores.

- Propiciar que la evaluación de los productos y las propuestas de los estudiantes sea un proceso público, de conocimiento de todos los equipos de estudiantes, y la presentación del producto final (la gran síntesis o el informe de resolución de la cuestión de interés de los estudiantes) se hará ante un tribunal de profesores. Para esta evaluación de cierre se dispondrá de un instrumento adecuado. Los productos y propuestas del curso se registran en los cuadernos de trabajo individual (CT) y en los informes de grupo.

- Ayudar a entender que los cursos representan mucho más que la suma de temas tratados; pretenden ser concepciones globalizadoras, unitarias de un determinado aspecto del mundo y un ejemplo funcional de aproximar a los estudiantes a realizar un trabajo científico tecnológico.

La aplicación de estas pautas al diseño de cursos nos garantizaría que en su desarrollo los estudiantes se aproximen a lo que es el trabajo científico tecnológico y que aprendan significativamente los contenidos previstos. Por su parte, los equipos de profesores dispondrán, en palabras de Porlán, Rivero y Martín (1998), de una hipótesis (los cursos mejorados) para someterla a prueba durante varios semestres y examinar si efectivamente avanzan hacia el cambio en la enseñanza.

La realidad del proceso de aula universitaria es muy compleja, reconocemos que anticiparnos a lo que va a ocurrir en ella, se hace a riesgo de incurrir en simplificaciones. Pero un conjunto de pautas como el que hemos elaborado debe contribuir a que la realización de los cursos como problemas empiecen a reducir las modificaciones que tienen lugar del currículo diseñado al impartido y del impartido al aprendido, contribuyendo a que la mejora de la enseñanza sea posible.

De otro lado, el diseño y la realización del curso bajo estas pautas implican además para el profesor enfrentarse a dificultades previsibles y aprender a superarlas. Son dificultades previsibles: el manejo adecuado de los indicadores de aprendizaje, la relación entre el proceso de evaluación y la socialización de calificaciones según la normatividad universitaria, el uso de los tiempos del periodo escolar semestral o anual, las condiciones de trabajo y el clima del aula, entre otros. El tratamiento de estas dificultades ayudaría al logro de los indicadores del aprendizaje como investigación.

Pasamos a registrar algunas experiencias recientes en las cuales se evaluó la posibilidad de que el profesorado universitario se implique en el cambio del diseño de los cursos hacia una enseñanza como investigación.

### **Resultados de cuatro experiencias de participación del profesorado en el diseño de los temas como problemas y análisis de los mismos.**

Para mirar si es posible que los profesores universitarios de ciencias e ingeniería se impliquen en el diseño de cursos como problemas, participamos de cuatro talleres de reflexión en el que se trató sobre las pautas a tener en cuenta en el diseño de los cursos como problemas y la innovación en el diseño de la enseñanza de temas acorde con esas pautas. Tres experiencias tuvieron lugar en la Universidad Industrial de Santander (UIS) y una en la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS) durante los meses de agosto y septiembre de 2004. En la UIS participaron (39) profesores y en la UFPS (31). Las experiencias se realizaron en el marco de un proceso PRE-POST, a través del cual los profesores examinaron su progreso en el diseño de la enseñanza de cursos partiendo, de acuerdo con Ausubel, Novak y Hanesian (1983), de lo que ya sabían al respecto, sometiéndolo a examen crítico a la luz de materiales didácticos pertinentes sobre diseño de cursos, para finalmente realizar el diseño mejorado. Los talleres tuvieron una duración mínima de 12 horas.

En cada una de las experiencias los profesores participaron de tres grandes actividades principales donde expresaron por escrito sus puntos de vista:

- Actividad para recordar y explicitar por escrito los diseños que habitualmente hacemos los docentes para la enseñanza y evaluación de un tema, así como para someterlos a la reflexión crítica colectiva de los mismos. Diseño PRE.
- Actividad para reflexionar a la luz de materiales didácticos de apoyo sobre las pautas a tener en cuenta para diseñar la enseñanza de temas para favorecer el aprendizaje.
- Actividad para diseñar de forma alternativa la enseñanza de un tema de ciencias para favorecer el aprendizaje. Diseño POST.

Enseguida presentamos la tabla de los resultados obtenidos en el desarrollo de esas actividades.

Tabla de resultados respecto al cambio en el diseño habitual de la enseñanza de temas de ciencias. N = 70.

Aspectos considerados en el diseño de la enseñanza de temas	Diseño PRE %	Diseño POST %
Para hacer el diseño se parte de la lectura de materiales pertinentes de la investigación didáctica sobre enseñanza de temas de ciencias y su evaluación.	10	100
En la realización de los diseños los profesores se orientan explícitamente por pautas fundamentadas en la investigación didáctica.	5	95
Para hacer el diseño de la enseñanza de los temas se parte de una reflexión crítica sobre la posible influencia del mismo en el aprendizaje de los estudiantes y en su interés por el trabajo científico tecnológico.	5	95
El diseño de la enseñanza de los temas tiene en cuenta su contextualización en la historia de las disciplinas y más generalmente en las relaciones CTSA, como también su interrelación con la vida del centro escolar y de las carreras y con el conocimiento adquirido y por adquirir de los estudiantes en las mismas.	10	95
En el diseño se tiene en cuenta la enseñanza integrada de conceptos, resolución de problemas y trabajos prácticos.	5	95
En el diseño se considera que otras	10	95

actividades de enseñanza/aprendizaje como lectura y escritura de textos, realización de síntesis de lo aprendido, uso de tecnologías de la informática, etc, se integran al eje estratégico del curso: el tratamiento de cuestiones de interés que permitan hacer una síntesis adecuada de los conocimientos que ofrece el tema a estudiar.		
En el diseño se considera que la evaluación no es terminal, que constituye un proceso, que permite a los estudiantes aprender de las carencias y a los profesores reorientar la enseñanza.	5	100
En el diseño se dice explícitamente cuales son los aspectos a aprender significativamente una vez culminado el estudio del tema problematizado.	5	95

Como se puede observar en la tabla de resultados, en el desarrollo de la actividad PRE los profesores, en su mayoría, realizan diseños habituales de temas descontextualizados, sin apoyo en los materiales de la investigación didáctica. Al analizar los diseños iniciales se observa que los conceptos clave del tema se introducen primero, sin mostrar el esfuerzo colectivo que se hizo para inventarlos y (re)construirlos, en contravía de lo que muestra la propia historia de la ciencia, y luego se presentan los ejercicios o trabajos de aplicación, con lo cual el uso de la pregunta que orienta la (re)construcción de conocimientos se pasa por alto. Con ello se desaprovecha el amplio potencial que tiene la pregunta como estrategia para promover el desarrollo cognitivo de los estudiantes universitarios (Cañas Betancurt, 2003) y, además, se desconoce que no tiene sentido seguir distinguiendo entre enseñanza de conceptos, resolución de problemas y trabajos prácticos (Gil et al, 1999a) y que es posible avanzar hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias (Gil et al, 1991; Gil et al, 1992; Valdés y Valdés, 1999; De Cudmani, Pesa y Salinas, 2000).

Lo que influye efectivamente en esta forma de introducir conceptos, resolución de problemas y trabajos prácticos en los diseños y clases habituales de temas de ciencias e ingeniería son las concepciones inadecuadas sobre trabajo científico tecnológico del profesorado (Fernández et al., 2000). Pero al reflexionarse sobre ellas en la crítica al diseño PRE, se propicia una aproximación al diseño mejorado acorde a la enseñanza como investigación.

El cambio significativo que se logra en el diseño POST del curso, luego de profundizar la reflexión docente con apoyo en materiales de la investigación didáctica y, por tanto, precisar lo que significa problema, enseñanza, evaluación, aprendizaje y ciencia, es destacable. Es de notar, que el profesorado enfatiza en el diseño mejorado, que sin un cambio en la

evaluación no habrá cambio en la enseñanza (Alonso, Gil y Martínez Torregrosa, 1992).

### **A modo de conclusión.**

Efectivamente en el marco de talleres de reflexión y por medio de la realización de un pequeño programa de actividades es posible lograr que los profesores se impliquen en un cambio en el diseño de la enseñanza de temas acorde con la investigación didáctica. El programa de actividades facilita la reflexión sobre la propia práctica habitual, el diálogo crítico y la lectura y escritura de textos fundamentados en la investigación didáctica.

Habrá que hacerle un seguimiento a los resultados que obtienen los profesores al aplicar esta experiencia de diseño mejorado de la enseñanza de temas de ciencias e ingeniería en las aulas. Para esto se requiere la realización de talleres de evaluación de la innovación didáctica.

### **BIBLIOGRAFÍA**

ALONSO, M., GIL, D. y MARTÍNEZ TORREGROSA, J., (1992): *Los exámenes de física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. Enseñanza de las Ciencias, 10 (2), pp. 127-138.*

ALMUDÍ, J. M., (2002): *Introducción del concepto de campo magnético en primer ciclo de universidad: Dificultades de aprendizaje y propuesta de enseñanza alternativa de orientación constructivista. Departamento de Física aplicada I. Universidad del País Vasco. Tesis doctoral.*

AUSUBEL, D., NOVAK, J. y HANESIAN, H., (1983): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. (Trillas: México).*

BURBULES, N. y LINN, M., (1991): *Science education and philosophy of science: congruence or contradiction? International Journal of Science Education, 13(3), 227-241.*

CAÑAS BETANCUR, D., (2002): *El uso de la pregunta como estrategia que promueve el desarrollo cognitivo de los estudiantes universitarios. Universidad Industrial de Santander (UIS), Centro para el desarrollo de la docencia en la UIS. Monografía.*

CORENA, J., (2002): *Veinte preguntas a la enseñanza de las ciencias naturales en la universidad colombiana. Una aproximación al trabajo cotidiano del docente en las aulas de ciencias e ingeniería. Educación en Ciencias e Ingeniería, 2(1), pp. 3-11.*

DE CUDMANI, L., PESA, M., y SALINAS, J., (2000): *Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. Enseñanza de las ciencias, 18(1), pp. 3-13.*

DE ZUBIRÍA, J y DE ZUBIRÍA, M., (1995): *Fundamentos de pedagogía conceptual. Bogotá: Plaza y Janes.*

DRIVER, R y OLDHAM, V. (1986): *A constructivist approach to curriculum*. *Studies in Science Education*, 13, pp. 105-122.

DUSCHL, R. y GITOMER, D. H., (1996): *Project Sepia Design Principles*. Paper Presented at the annual meeting of AERA. Chicago, Abril de 1991.

FERNÁNDEZ, I. (2000). *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: Una propuesta de transformación*. Universidad de Valencia. Tesis doctoral.

FURIÓ, C., (1994): *Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias*. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp. 188-1999.

GIL, D. y MARTÍNEZ TORREGROSA, J., (1987): *Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de la ciencias*. *Investigación en la Escuela*, 3, pp. 3-12.

GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ, J. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. (Ice-Horsori: Barcelona).

GIL D., MARTÍNEZ TORREGROSA J., RAMÍREZ L., DUMAS-CARRÉ A., GOFARD M., PESSOA DE CARVALHO A.. (1992): *La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: elaboración de un modelo alternativo*. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, N° 6, pp. 73-85.

GIL, D., FURIÓ, C., VALDÉS, P., SALINAS, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GUIASOLA, G., GONZÁLEZ, E., DUMAS-CARRE, A., GOFFARD M. y PESSOA DE CARVALHO, A., (1999a): *¿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), pp. 311-320.

GIL, D., CARRASCOSA, J., DUMAS-CARRE, A., FURIÓ, C., GALLEGO, R., GENE, A., GONZÁLEZ, E., GUIASOLA, G., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., PESSOA DE CARVALHO, A., SALINAS, J., TRICÁRICO, H. y VALDÉS, P., (1999b): *¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?* *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 503-512. [1] [2]

GONZÁLEZ DE LA BARRERA, L., (2003): *Las prácticas de laboratorio de química en la enseñanza universitaria. Análisis crítico y propuesta de mejora basada en la enseñanza/aprendizaje por investigación orientada*. Universidad de Valencia: Tesis doctoral.

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), pp. 541-566. [2]

MARTÍNEZ TORREGROSA, J. y VERDÚ, R., (1997): *La construcción de grandes síntesis como criterio para organizar y secuenciar los cursos: el caso de la mecánica. Enseñanza de las Ciencias, NÚMERO EXTRA. V CONGRESO,* pp. 479-480.

MARTÍNEZ TORREGROSA, J., GIL, D. Y MARTÍNEZ SEBASTIÁN, B. (2003). *La universidad como nivel privilegiado para un aprendizaje como investigación orientada. En Monereo, C y Pozo, J. (eds.), La universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía,* pp. 231-244. (Síntesis Madrid).

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL E ICFES. (2001). *Bases para una política de estado en materia de educación superior. (Icfes: Bogotá).*

MONEREO, C y POZO, J., (2003): *La cultura educativa en la universidad: nuevos retos para profesores y alumnos. En Monereo, C. y Pozo, J. (eds.), la universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender par la autonomía,* pp. 17-30. ( Síntesis: Madrid).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1996): *National Science Education Standards. (National Academy Press: Washington, DC).*

OSBORNE, R. y WITTROCK, M., (1983): *Learning Science: a generative process. Science education, 67,* pp. 490-508.

PORLÁN, R., RIVERO A y MARTIN DEL POZO R., (1998): *Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. Enseñanza de las Ciencias, 16(2),* pp. 271-288.

POZO, J. y GÓMEZ CRESPO, M., (1998): *Aprender y enseñar ciencia. (Morata Madrid).*

ROMO ARTEAGA, V., (1998): *La enseñanza de la química y su relación con las actitudes de los estudiantes hacia la química. Universidad de Valencia. Departamento de Didáctica de las Ciencias experimentales y Sociales. Tesis doctoral.*

SALINAS, J., (1994): *Las prácticas de física básica en laboratorios universitarios. Tesis doctoral: Departamento de Didàctica de les Ciències Experimentals, universitat de València.*

SANMARTI, N., (2000): *El diseño de unidades didácticas. En Perales, F. J. y Cañal, P. (Eds.), Didáctica de las ciencias Experimentales,* pp. 239-266. (Marfil: Alcoy).

VALDÉS, P., y VALDÉS, R., (1999): *Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en las condiciones contemporáneas. Enseñanza de las Ciencias, 17(3),* pp. 521-531.

VALDÉS, P., VALDÉS, R y MACEDO, B., (2001): *Transformaciones en la educación científica a comienzos del siglo XXI. Didáctica de las Ciencias*

*Experimentales y Sociales, 15, pp. 95-115.*

---

\* Ingeniero Industrial. Doctor en Enseñanza de las Ciencias Experimentales.  
E-mail: [jacoparina@hotmail.com](mailto:jacoparina@hotmail.com)