

# **INNOVACIÓN DOCENTE EN LA E.T.S. DE INGENIEROS DE MINAS DE OVIEDO**

MANUEL MAHAMUD LÓPEZ y  
JUAN MARÍA MENÉNDEZ AGUADO\*

En el presente trabajo se exponen los fundamentos y el desarrollo de la experiencia de innovación docente llevada a cabo por dos profesores de 2º ciclo de la carrera de Ingeniero de Minas. Los autores son participantes activos del Programa de formación para la Docencia Universitaria, llevado a cabo por el ICE y promovido por el Vicerrectorado de Calidad e Innovación de la Universidad de Oviedo. La optimización de la labor del profesor para conseguir un mejor aprendizaje de los alumnos es el objetivo primordial de las acciones de innovación. En concreto, las acciones de formación realizadas se han centrado en la mejora de tres aspectos fundamentales: la programación de la asignatura, la impartición de las clases y la evaluación. Esta evaluación se entiende no sólo como valoración del grado de consecución de objetivos por parte de los alumnos, sino como herramienta de mejora de la actividad docente en general. Se realiza primeramente una exposición somera de las herramientas y métodos psicopedagógicos que se han empleado en el estudio de los aspectos anteriormente mencionados: consideraciones teóricas concernientes al proceso enseñanza-aprendizaje, principios básicos que deben regir la programación de asignaturas, técnicas de análisis de la labor del profesor mediante grabación, observación y auto-observación del desarrollo de las clases, etc. Se adjuntan observaciones consideradas relevantes, así como los resultados de especial interés obtenidos en la aplicación práctica de dichos métodos y herramientas. Las encuestas realizadas a los alumnos se han mostrado como un instrumento eficaz para recoger información previa sobre los alumnos y para verificar el grado de bondad de los sistemas implementados.

This work shows an actual teaching innovation experience in Mining Engineering Studies. Authors were inspired to carry out this work during their participation in the University Teaching Formation Program, conducted by the ICE (Educational Sciences Institute) of the University of Oviedo. The main objective is to optimise the working time with students in order to obtain the best of the learning process. Three working areas were established: programming of the subject, lecture performance and evaluation (understood as a tool for quality improvement). All tools and concepts which have been utilized in each area are summarized. Practical results obtained by using these tools are presented. Anonymous questionnaires were valuable tools for collecting information from students, their initial condition and evolution after the new techniques were applied.

---

\* MANUEL MAHAMUD LÓPEZ es Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente y JUAN MARÍA MENÉNDEZ AGUADO es Profesor Asociado del Departamento de Explotación y Prospección de Minas. Universidad de Oviedo.

## **1. Introducción**

### *1.1. El escenario*

En lo que se refiere al medio-largo plazo, el horizonte cada vez más cercano de la aplicación de la Declaración de Bolonia supone la modificación del escenario de tal forma que dificulta las previsiones. Si nos centramos en el caso de las Escuelas Técnicas Superiores de Minas, se ve necesario que éstas realicen una rápida traslación al nuevo sistema de coordenadas, haciendo un ejercicio de habilidad y realismo, para plantear planes de estudio que mantengan aquellos valores que bajo ningún concepto deba perder la titulación y, que a la vez sean capaces de adaptarse a los nuevos tiempos. Además, la creación de nuevas carreras como objetivo de innovación y modernidad en muchas universidades españolas, el descenso generalizado de la natalidad y el aparente escaso rigor que se respira en el mercado laboral (donde se encuentran ofertas de trabajo bajo el epígrafe Se busca ingeniero técnico o superior...), dibujan una perspectiva poco esperanzadora para las carreras técnicas de grado superior, augurando a corto plazo una tendencia cada vez más a la baja del número de alumnos dispuestos a recibir formación de dichas características.

Un gran número de acciones se pueden plantear, y desde diversos ámbitos, para llegar a una estrategia que, lejos de caer en posturas derrotistas, permita sacar ventaja de esta situación. No cabe duda de que gran parte de la solución pasará por la colaboración entre los responsables de la elaboración de los planes de estudios, los Colegios y Asociaciones Profesionales y, sin ninguna duda, el entorno empresarial.

Sin la menor pretensión de discutir sobre teorías de aprendizaje, labor que corresponde a expertos en dicho ámbito del conocimiento, en el presente trabajo se expondrán las experiencias prácticas que los autores han obtenido como fruto de los conceptos adquiridos en la etapa formativa, en la que aún se encuentran, pero que han dado resultados que merecen ser estudiados.

### *1.2. Una reflexión previa*

Durante años, muchos de los técnicos potencialmente más capacitados de nuestro país pusieron su confianza en nuestras Escuelas de Minas para hacer de sus alumnos ingenieros de elite. Y sin poner en duda que en general dicho objetivo fuese conseguido, el sentir general entre los antiguos alumnos, corroborado por las encuestas realizadas a dicho colectivo en el caso de la Escuela de Minas de Oviedo, muestran un evidente descontento en lo que se refiere a la experiencia personal. Y esto es lo realmente preocupante. En particular, invita a una seria reflexión el dato de que un altísimo porcentaje de titulados no recomendarían a otras personas el estudio de esta carrera.

### *1.3. El papel de la innovación docente*

Al margen de que una gran parte de la culpa pueda ser achacada a la falta de adecuación del plan de estudios para el desarrollo de las actividades requeridas en el mercado laboral, lo cual creemos que debe ser debatido y solucionado a otros niveles, es evidente que el profesor debe poner de su parte todo lo posible para evitar que el proceso de aprendizaje sea una experiencia traumática. Y es aquí donde juega un papel relevante la innovación docente, en cuanto instrumento que pueda mejorar esta situación. El objetivo de dicha innovación docente consiste en poner a disposición del profesor –y que éste sea capaz de utilizar– herramientas que permitan optimizar el proceso de aprendizaje.

## **2. El proceso aprendizaje-enseñanza**

Para poder entender de manera sencilla cómo se entiende hoy el proceso de aprendizaje, podemos utilizar el símil del puzzle. Siguiendo dicho símil, un alumno aprende significativamente aquello que encaja en el puzzle del conocimiento que él mismo va construyendo en su proceso educativo. Así, una asignatura se podría entender como una pieza que el alumno debe poder encajar en el puzzle del plan de estudios, de ahí la importancia de una elaboración coherente del mismo. De forma análoga podemos ver la asignatura como un sub-puzzle a su vez constituido por piezas que deben encajar entre sí para dar un conjunto conexo y coherente. La programación de la asignatura debe trabajarse para facilitar al alumno este proceso. La labor del profesor en este caso es dar al alumno las piezas, y facilitar el armado de dicho puzzle que, en todo caso, debe ser realizado por el alumno para que el aprendizaje sea realmente significativo. Muchas veces el proceso educativo lo que ha hecho es enseñar al alumno el puzzle ya resuelto, o bien se ha procedido a armar dicho puzzle en su presencia, pero sin una participación activa del estudiante en el proceso. En estas circunstancias, sólo los individuos capaces por sí mismos de desarmar y volver a armar el puzzle consiguen un aprendizaje real. Este planteamiento está en línea con lo expuesto por diversos autores para la mejora de la enseñanza universitaria (Castejón Costa, Carda Ros y Vera Muñoz, 1991).

### *2.1. La comunicación bidireccional*

Generalmente, el proceso enseñanza-aprendizaje es en su mayor parte unidireccional. Esto es lógico ya que se presupone que es el profesor, poseedor de conocimientos, el que debe transmitirlos a sus alumnos. Esta concepción de la enseñanza presenta una serie de problemas puesto que no aprovechan todas las posibilidades que ofrecen las técnicas didácticas. Al igual que en todo proceso real, la retroalimentación es fundamental para alcanzar objetivos satisfactorios. Resulta evidente que no se puede llevar un

vehículo de una ciudad a otra si no existen una corriente constante de estímulos hacia el conductor que le indiquen dónde está, hacia dónde tiene que dirigir el vehículo y a qué velocidad puede realizar sus desplazamientos. Si el proceso de enseñanza se lleva a cabo sin que el profesor-conductor conozca nada sobre las condiciones en que se encuentran sus alumnos, el éxito del proceso, de existir, debería considerarse en la categoría de los milagros.

Una buena forma de iniciar el contacto con unos nuevos alumnos es llevar a cabo una encuesta. De esta manera, los alumnos suministran también una valiosa información durante esta primera clase en la que, generalmente, es el profesor quien presenta, habla y dibuja las primeras pinceladas concernientes a la nueva asignatura que comienza. Se reproduce en la Tabla I la encuesta realizada a los alumnos de la asignatura *Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente*, impartida en el tercer curso de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo.

El proceso de las 64 encuestas respondidas permite verificar una serie de hechos que se enumeran a continuación:

- Los alumnos desconocen mayoritariamente el contenido de la asignatura aunque, paradójicamente, piensan que les va a resultar muy útil.
- Existe una reticencia importante a la participación oral por parte de los alumnos, ya sea para contestar preguntas en clase como para la realización de exámenes orales.
- El alumno prefiere mayoritariamente los exámenes parciales.
- La mayor parte de los alumnos presentes piensan presentarse a los exámenes en la convocatoria de junio.
- La metodología docente utilizada en su formación ha sido casi totalmente de tipo expositivo tradicional.
- Mayoritariamente los alumnos estarían dispuestos a trabajar más si el proceso de evaluación no consistiera únicamente en un examen.
- En cuanto a las características preferidas para las cuestiones de examen no existe una tendencia clara entre teoría, problemas o preguntas de interpretación. Los formularios de respuesta múltiple tienen un grado de aceptación similar al de las cuestiones abiertas.
- La utilización de las tutorías es muy limitada.
- La heterogeneidad del alumnado es grande, ya que más del 90% está matriculado de asignaturas de otro curso académico.
- La mayor parte de los asistentes se han formado en su totalidad en la ETSIMO.
- El alumnado es optimista en cuanto a sus perspectivas de empleo y mayoritariamente volvería a cursar los mismos estudios.

Tabla 1. Encuesta inicial realizada a los alumnos de tercer curso de la ETSIMO.

	La encuesta es anónima. Se ruega apuntar el número de control adjunto para poder indicarlo en futuras consultas.			
Indicar el grado de acuerdo con el enunciado según la escala siguiente: 1 desacuerdo total - 5 acuerdo total.				
1.	Tengo una idea clara del contenido de la materia			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
2.	Pienso que superar la asignatura va a ser fácil			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
3.	Creo que no será necesario asistir a clase para aprobar la asignatura			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
4.	Me importa más aprobar que aprender			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
5.	Creo que la asignatura va a ser de utilidad			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
6.	En general, utilizo con frecuencia las tutorías			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
7.	Según tengo entendido, el profesor es bueno			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
8.	Tengo pensado acudir sistemáticamente a clase			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
9.	Prefiero los exámenes parciales a los finales			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
10.	Me gusta que el profesor haga preguntas en clase			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
11.	Estudio al día las asignaturas			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
12.	Mi valoración relativa de la asignatura respecto del resto de las materias es alta			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
13.	Prefiero los exámenes orales a los escritos			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
14.	Prefiero los formularios de respuesta múltiple a los exámenes de desarrollo			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
15.	La metodología de enseñanza que he recibido ha sido fundamentalmente expositiva			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
16.	Sólo estoy matriculado de asignaturas de este curso			
1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○

17.	Me siento incómodo cuando el profesor me hace preguntas				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
18.	Prefiero las clases de tipo expositivo				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
19.	Para obtener una calificación prefiero hacer un trabajo que un examen				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
20.	Tengo la intención de examinarme de la asignatura en este año académico				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
21.	Creo que me examinaré de la asignatura en junio				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
22.	Me gustan las cuestiones de "teoría pura"				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
23.	Me gustan las preguntas de interpretación				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
24.	Prefiero los problemas a la teoría				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
25.	Estaría dispuesto a trabajar más si la evaluación no consistiera en un examen				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
26.	Considero las prácticas más importantes que las clases de aula				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
27.	Estoy satisfecho con las enseñanzas recibidas en la Universidad				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
28.	El profesorado es en general bueno				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
29.	Si volviera a elegir, cursaría los mismos estudios				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
30.	Creo que va a ser fácil encontrar trabajo una vez terminados mis estudios				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Estoy trabajando <input type="radio"/>
31.	El primer ciclo lo he cursado:				
En la ETSIMO	Otro centro	Soy Técnico	Ingeniero	Tengo otro título (indicar)	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
32.	Estoy matriculado en la asignatura por:				
Primera vez <input type="radio"/>	Segundo año <input type="radio"/>		Tercer año <input type="radio"/>		

**MUCHAS GRACIAS** por tu colaboración.

Los anteriores resultados permiten ver la impronta que el actual sistema educativo deja en nuestros estudiantes. Existe un recelo a utilizar métodos de expresión oral, ya que éstos no son comúnmente utilizados en nuestro sistema educativo. Por ello, no es de extrañar que la gran mayoría de los procesos de selección de personal consistan en entrevistas o en observaciones de comportamiento grupal, puesto que la obtención de un título universitario no supone el dominio de estas habilidades comunes y necesarias en el quehacer diario del profesional.

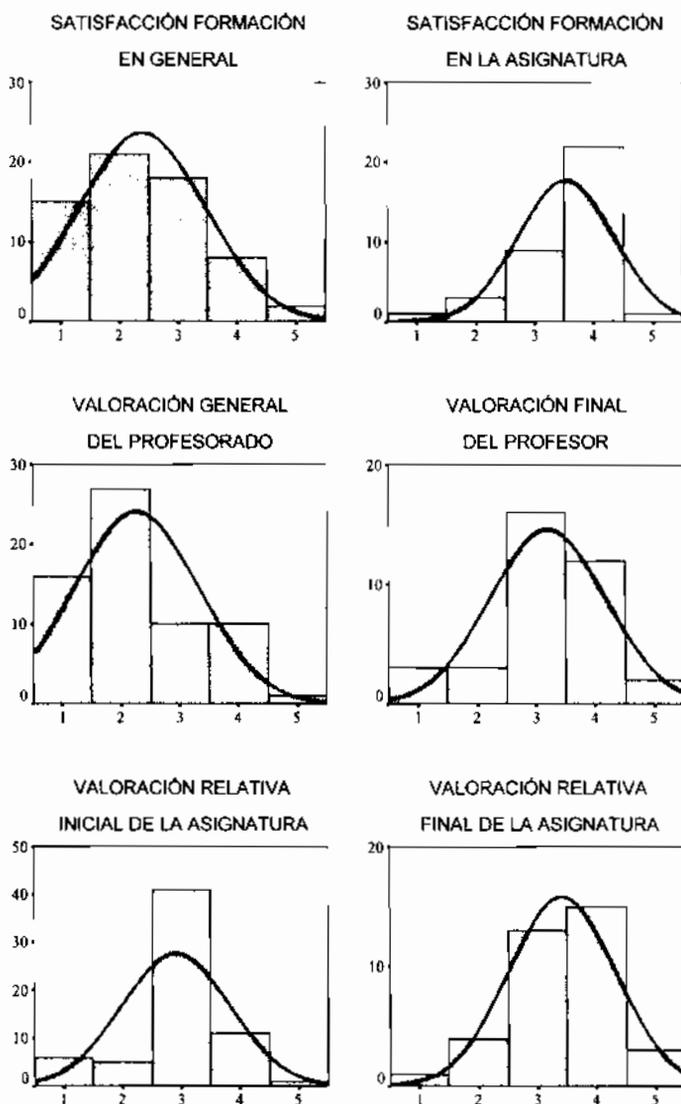
En cualquier caso, nuestros alumnos de tercer curso son optimistas en cuanto a su futuro profesional, estarían dispuestos a trabajar más si se utilizaran métodos alternativos de evaluación y están orgullosos de su elección ya que mayoritariamente volverían a matricularse en la misma titulación.

La realización de una encuesta el último día de clase ha permitido contrastar las opiniones previas de los alumnos con las que se poseen una vez transcurrido el cuatrimestre. Asimismo, se ha comparado la valoración que los estudiantes hacen de la formación recibida y de la calidad del profesorado en comparación con la media de la titulación. En cuanto a la valoración de la Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente por parte de los alumnos, se observa que una vez cursada, esta valoración aumenta. El alumnado está sensiblemente más satisfecho con la formación recibida en *Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente* en comparación con las enseñanzas recibidas hasta el momento. Lo mismo sucede cuando se pregunta sobre la calidad del profesor. Este último punto enorgullece a los autores aunque, probablemente, el mérito resida en parte de las características de la asignatura y en el esfuerzo de quienes, día tras día, nos forman y estimulan para mejorar nuestra labor docente. Las gráficas de la Figura 1 permiten comprobar los extremos mencionados en este párrafo.

### 3. Cómo trabajar sobre el programa de la asignatura

Tradicionalmente, el programa de las asignaturas ha sido el eje fundamental sobre el que giraba todo lo relativo a una materia concreta. Si bien siempre se ha considerado que la enseñanza tiene que cumplir una serie de objetivos –preparación integral del individuo o capacitación profesional, por ejemplo– no es menos cierto que estos objetivos suelen ser soslayados o, al menos, difuminados por la importancia *per-se* atribuida a los programas. Realmente, lo que define a una disciplina son las capacidades que los alumnos van a ser capaces de desarrollar sobre los contenidos de la materia. Por lo tanto, dichas capacidades tiene que ser la base para una elección adecuada de los contenidos.

Figura 1. Comparación de las valoraciones relativas del profesorado y de la formación en general con la correspondiente a la asignatura de Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente. Se puede observar también una mayor valoración de la asignatura una vez conocida por los alumnos. La escala de valoraciones va de uno a cinco puntos.



### 3.1. Tipos de programación y características

Una división formal de la programación suele ser las denominadas programación larga y programación corta (Contreras Muñoz, 1999; Contreras Muñoz, 2001; Hernández García, 1999). La programación larga es la que se refiere a un curso completo o a una asignatura particular y la programación corta es la que se aplica directamente en el aula o laboratorio y se centra en periodos de tiempo reducidos (una lección, una unidad didáctica). En cualquier caso, la programación deberá estar supeditada a los objetivos generales que se plantean para la asignatura y a los objetivos específicos de cada uno de los temas integrantes del programa.

Algunas características de la *programación larga* deberían ser su carácter departamental, ser realista, flexible, interdisciplinar, clara, concreta, precisa y comunicada a los alumnos.

En cuanto a la *programación corta*, ésta debería de ser sintética, ordenada, clara, motivadora y tener en cuenta la programación larga. Esta programación estará muy condicionada por los medios y recursos a disposición del docente.

### 3.2. Newton, Darwin y los defectos de la programación

Uno de los fallos más comunes cuando se realiza la programación es considerar a la disciplina “per se”, con lo que no se tienen en cuenta una serie de factores importantísimos entre los que destacan:

- *El estado inicial de los alumnos.* Los conocimientos con los que cuentan nuestros alumnos van a determinar en gran medida el éxito del proceso de aprendizaje. Si damos por supuesto que nuestros alumnos tienen unos conocimientos previos muy superiores a los que realmente poseen como promedio, el éxito del proceso educativo resultará mermado comparado con nuestras expectativas. Sólo una pequeña fracción del alumnado estará en condiciones de asimilar adecuadamente nuestros contenidos.
- *El contexto formativo de la titulación.* La formación impartida en una determinada disciplina no debe tener por objeto formar expertos en la misma, sino proporcionar al futuro profesional herramientas y métodos de trabajo que le sean de utilidad para el desarrollo de su labor futura. Este punto hay que interpretarlo desde un punto de vista constructivo: no se trata de formar profesionales “ciegos”, sin un conocimiento básico de las ciencias y técnicas de las que se tendrán que servir habitualmente, sino de que el conocimiento básico adquirido sea el indispensable para una utilización racional de herramientas más o menos sistemáticas.
- Plantear *objetivos inadecuados*, inalcanzables o en cantidad excesiva. Este punto está en directa relación con lo indicado al comienzo de este apartado. El profesor, al que se le supone experto en la materia que imparte, desea transmitir el máximo de

conocimientos posibles ya que tiende a considerar muy importantes todos los contenidos que históricamente han constituido su asignatura o materias afines.

- *El principio de la inercia*, que tiene en la programación uno de sus paradigmas más importantes. Realmente nunca sabremos si Isaac Newton halló la inspiración para la formulación de este principio físico analizando los programas docentes que cayeron en sus manos. La naturaleza en su conjunto se resiste al cambio y no sería extraño que la falta de evolución de las programaciones fuera la causa de la extinción de más de una titulación.
- *No considerar objetivos globales* que trasciendan la mera transmisión de conocimientos ligados a una materia concreta. En muchos casos, lo que realmente se va a recordar de una determinada asignatura no son tanto los conocimientos específicos sobre la misma sino algunas metodologías, procedimientos, actitudes y aptitudes aprendidos y practicados durante la formación en dicha disciplina.

### 3.3. Un ejemplo de programación

La implantación del nuevo plan de estudios de Ingeniero de Minas en la Universidad de Oviedo ha traído como consecuencia un cambio en el momento en que los estudiantes reciben formación específica en Ingeniería Ambiental, adelantando la introducción de asignaturas específicas al primer curso del segundo ciclo. Existen en este plan diferentes asignaturas que abordan cuestiones medioambientales. De entre ellas, la que posee un carácter más general es la Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente. Esta asignatura debe poner los fundamentos para que los futuros ingenieros puedan desarrollar su labor teniendo en cuenta las aplicaciones ambientales de los procesos de los que van a ser responsables.

Para que la programación sea consistente, es preciso definir unos objetivos que satisfagan las expectativas relativas a esta disciplina. A la hora de la formulación de los objetivos correspondientes a una asignatura, es conveniente distinguir dos tipos claramente diferenciados, los objetivos generales de la asignatura y los objetivos específicos de cada tema. Los objetivos generales expresan los comportamientos finales que se desea lograr y están formulados teniendo en cuenta el tipo de profesional que se quiere formar y lo que se espera de él. Estos objetivos son los que permiten situar la materia de forma adecuada en el contexto del plan de estudios.

El Ingeniero de minas va a realizar su labor en campos muy diferenciados entre los que podemos citar:

- La explotación de yacimientos mineros.
- Obra civil.
- Prospección e investigación de recursos.
- La industria energética.
- La industria metalúrgica.

- La gestión de empresas.
- La función pública.
- La docencia.

Por lo tanto, es preciso formular unos objetivos que, alcanzados, supongan una adquisición de capacidades útiles para desenvolverse en las áreas mencionadas.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la formación universitaria, como consecuencia lógica de su amplitud, tiende a un elevado grado de especialización. Esto se observa claramente en los estudios de ingeniería, donde los aspectos tecnológicos y el diseño de diferentes equipos suponen una parte muy importante de la formación. En lo referente a la Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente, el diseño de equipos va a representar una fracción notable de sus contenidos, pero se pretende, además, que el alumno posea unos conocimientos más amplios que le pueden resultar muy útiles para el desempeño de sus funciones. Este punto está en estrecha relación con la nueva visión de la Ingeniería Ambiental que debe ser amplia y multidisciplinar. El ingeniero ambiental debe ser capaz de integrar áreas de conocimiento muy distintas ya que los problemas ambientales son a menudo muy complejos (Bhamidimarri y Butler, 1998). El ingeniero debe ser consciente de la necesidad de resolver los problemas medioambientales considerados de forma global y no limitarse a trasladar los problemas de un medio a otro. Esta visión más amplia de la formación debe reflejarse en la formulación de objetivos.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, los objetivos generales más importantes que han de conseguir los alumnos tras el estudio de la asignatura son los siguientes:

- El alumno debe ser capaz de comprender cómo afecta la actividad humana al medio ambiente, entendido éste en su acepción más amplia.
- Que el alumno identifique las principales fuentes de contaminantes, las características de los mismos y su influencia en la calidad ambiental.
- Que conozca y utilice adecuadamente la terminología, los parámetros y las unidades en lo referente a medida de calidad del aire, del agua y a caracterización de residuos.
- Que conozca posibles estrategias para evitar problemas originados por efluentes industriales. Llegado el caso, deberá poder elegir el mejor método disponible de tratamiento para un vertido específico.
- Poder dimensionar algunos de los elementos que forman parte de un sistema de tratamiento de efluentes. Además, el alumno ha de ser capaz de llevar a cabo una evaluación económica preliminar tanto de los diferentes equipos como de las alternativas asociadas a problemas de índoles medioambiental.

- Que comprendan la importancia de aspectos relacionados con la operación y mantenimiento de los diferentes equipos de descontaminación.
- Que sean conscientes de la dinámica de los diferentes contaminantes en el medio ambiente así como las transformaciones básicas de los mismos. Asimismo, debe saber utilizar este conocimiento para evaluar la influencia que determinadas industrias o procesos puedan tener sobre el entorno y para, en caso necesario, minimizar o evitar efectos perniciosos.
- Que puedan percibir la importancia medioambiental que tiene la gestión de residuos sólidos (fundamentalmente residuos industriales específicos) y conozcan las diferentes técnicas empleadas para su tratamiento, utilización o depósito.
- Conocer, al menos de forma general, el entorno legal en materia de legislación medioambiental.
- Que el alumno sea capaz de aplicar los conocimientos propios de su especialidad a actividades de gestión ambiental como por ejemplo: definición de políticas ambientales y de seguridad e higiene, participación en procesos de evaluación de impacto ambiental, realización de informes de carácter técnico y/o económico.

El programa de la asignatura se ha elaborado con unos contenidos que permitan lograr los objetivos mencionados. El tiempo disponible para la impartición de la asignatura corresponde a 4,5 créditos, y resulta muy reducido para la cantidad de temas que deben abordarse en una disciplina general. Por ello, ha sido necesario aplicar los criterios de contextualización e interdisciplinariedad para poder optimizar el programa de Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente.

El contenido de la asignatura se estructura en tres bloques fundamentales.

- Medio atmosférico. Evaluación y control de la contaminación.
- Aguas. Evaluación y control de la contaminación.
- Residuos, tratamiento y gestión.

A estos bloques, que constituyen el grueso del programa, se añaden dos pequeños bloques de carácter transversal: la *introducción* y un bloque final sobre *gestión ambiental*. La extensión reducida de estos bloques no implica en modo alguno una menor importancia de los mismos, sino más bien todo lo contrario. La ubicación de estos bloques en el temario permite tener una visión cohesionada del conjunto de la asignatura con parte del plan de estudios, aminorando el efecto fraccionador que supone todo estudio más o menos detallado de una materia. El conocimiento del ingeniero ambiental no se debe centrar únicamente en problemas medioambientales puntuales ya que ha de conocer las implicaciones de sus actuaciones en el conjunto del medio ambiente (Alha, Holliger, Larsen, Purcell y Rauch, 2000).

#### 4. Cómo trabajar en clase

La clase es el entorno central del proceso de aprendizaje ya que es en el aula donde la interacción entre el profesor y el alumno es —como norma general— más importante. Además de la función tradicional —y no desdeñable— de la clase como medio de poner el conocimiento a disposición del alumno, éstas pueden ser aprovechadas por el profesor para verificar que el proceso de aprendizaje lleva el ritmo y dirección adecuados, estimulando al alumno y ofreciendo directrices cuando fuese necesario.

Una herramienta de gran utilidad para poder analizar el trabajo en clase es la utilización de guías de evaluación, como las propuestas por diversos autores (Cruz Tomé, 2001), las cuales pueden apoyarse en filmaciones de clases reales. Para mejorar el proceso de enseñanza en el aula, se ha procedido a la grabación en vídeo de clases reales que fueron la base de un trabajo posterior. Una vez analizadas estas grabaciones por los responsables de los grupos de seguimiento, fueron visionadas por el grupo de docentes participantes. Ello ha permitido observar aspectos importantes en el desarrollo de las lecciones, además de contar con la opinión de los especialistas y con la crítica de los colegas de profesión. Desde una perspectiva puramente formal se ha atendido a tres fases importantes en el desarrollo de las lecciones magistrales: la fase inicial, la fase de exposición y la fase final. Asimismo, se han tenido en cuenta aspectos generales de carácter horizontal que contribuyen a la calidad de la clase.

##### 4.1. Fase inicial de la clase

Se atiende a aspectos puramente comunicativos y de empatía con la audiencia, valorando la facilidad para captar la atención de los alumnos y el interés por el tema. Con anterioridad a la fase de exposición correspondiente, se verifica si se explicitan los nexos de unión con la clase anterior, los objetivos principales y el contenido de la lección. En muchos casos, el profesor debe buscar una situación de compromiso entre una revisión pormenorizada de los contenidos vistos con anterioridad y la inexistencia de conexión.

##### 4.2. Cuerpo de la clase

En la fase de exposición es fundamental resaltar aquellos aspectos que redunden en una mejora de la claridad expositiva. Se analizan la precisión del lenguaje, la secuenciación metodológica adecuada, la realización de síntesis parciales y la verificación de la comprensión por parte del alumnado. Además, se tienen en consideración todos aquellos elementos que contribuyen al mantenimiento de la atención en clase como pueden ser: utilización de materiales de apoyo, cambio de actividades, realización de preguntas, conexión con otros conceptos ya conocidos, utilización de técnicas grupales o movilidad del profesor en el aula, por ejemplo. El

monopolio de tiempo de clase por parte del profesor es una de las críticas más habituales de la labor en el aula. Los cambios de herramientas metodológicas son siempre descabidos desde el punto de vista del mantenimiento de la atención y el interés de los alumnos. Lamentablemente resulta necesario a veces, según nuestro parecer, llevar a cabo exposiciones relativamente largas antes de proceder a la resolución práctica de ejercicios o discusiones en grupo. No obstante, se aconseja, siempre que sea posible, la formulación de cuestiones retóricas y/o de preguntas sonda para detectar el nivel de comprensión de la materia y si los nuevos elementos están siendo adecuadamente relacionados por los alumnos con sus conocimientos previos.

#### *4.3. Final de la clase*

El profesor deberá, llegado este momento, proceder a un resumen de la clase, haciendo hincapié en los conceptos clave y verificando su comprensión por parte de los alumnos. Se debe dar a los alumnos la posibilidad de resolver alguna duda pendiente. Asimismo, el profesor deberá mantener la motivación del alumno informándole sobre los temas a desarrollar próximamente indicando la conexión de los mismos con la materia ya vista. El profesor deberá motivar a los alumnos para ampliar conocimientos sobre el tema tratado. Debido al proceso técnico de grabación de las clases, la información sobre este momento ha sido en general escasa. El proceso de conclusión de una clase, según el esquema anteriormente mencionado, parece una cuestión de procedimiento ordinario. Cuando se trata de grupos muy numerosos y las clases se sitúan en las horas finales, resulta problemático “avanzar” el final de la clase ya que el nivel de atención de los alumnos decrece notablemente, estando más interesados en “hacer el equipaje” que en la materia que se va a impartir al día siguiente. La tarea de resumir la clase y de anticipar los contenidos de la próxima con la suficiente efectividad ha de hacerse de forma sutil. Todavía no hemos logrado un procedimiento óptimo.

#### *4.4. Aspectos generales*

Se consideran cuestiones relativas a la comunicación durante la clase. La velocidad, dicción, ritmo, fluidez verbal, monotonía, expresividad y comunicación no verbal.

### **5. Cómo utilizar la evaluación**

#### *5.1. La calidad total como premisa*

La evaluación es la prueba de fuego del proceso educativo ya que nos proporciona los criterios formales para conocer el grado de éxito del

proceso formativo, es decir, verificar si se han conseguido los objetivos buscados. De todos modos, esta visión del proceso de evaluación es sumamente restrictiva ya que en muchos casos no deja margen para el proceso de retroalimentación mencionado con anterioridad. Esta aplicación tradicional de la evaluación como mero sistema de medida de la consecución de objetivos se puede asimilar a los sistemas de calidad basados en la inspección y ensayo finales. Una vez que tenemos “acabado” nuestro producto –el alumno supuestamente formado–, procedemos a realizar los ensayos finales –evaluación– para verificar si nuestro alumno tiene las “características funcionales” buscadas –si logra la consecución mínima de objetivos– y puede ser “expedido” al mercado laboral o a los cursos superiores. Obviamente, esta forma de entender la calidad dista mucho del concepto actual de calidad total que busca la verificación del proceso en todas y cada una de sus etapas para que el nivel de rechazos finales sea mínimo.

Debido a todo lo expuesto, no es de extrañar la importancia que la innovación docente ha dado a la evaluación y que se hayan realizado verdaderos esfuerzos investigadores para definir estrategias y métodos de evaluación cada vez más justos y seguros. El proceso de evaluación deberá poder ser utilizado no sólo como instrumento de medida de la consecución de objetivos, sino como un elemento activo del proceso aprendizaje-enseñanza debido a la múltiple dimensión de esta herramienta. La formulación de preguntas en clase, la confección por parte de los alumnos de un portfolio o la realización de exámenes parciales son útiles de los que se puede servir tanto el profesor como el alumno. El profesor puede a través de estos instrumentos tomar conciencia del grado de consecución de objetivos y modificar su estrategia en caso necesario. El alumno puede, asimismo, estimar de su nivel de dominio de la materia y actuar consecuentemente. Además, permite al alumno evaluar todo aquello relacionado con su formación, ya sea el profesor, los medios, el programa, el propio sistema evaluador, etc.

## *5.2. El portfolio docente en la práctica*

La experiencia práctica que aquí se expondrá es la implantación de un sistema de evaluación mediante portfolio, que consiste en la elaboración a lo largo del curso por los propios alumnos de una carpeta profesional, compuesta por los apuntes tomados en clase, ejercicios, informes de prácticas, trabajos complementarios, catálogos, bibliografía y directorio web de páginas de interés profesional relacionadas con la asignatura.

Aunque hay experiencias en las que este método de evaluación supone un cierto porcentaje de la nota final, en este caso, teniendo en cuenta que se trataba de una asignatura de último curso con un alto contenido tecnológico especializado, se creyó posible realizar la evaluación exclusivamente mediante el portfolio. En todo caso, se dejó abierta la opción para los alumnos que así lo desearan, de la evaluación mediante

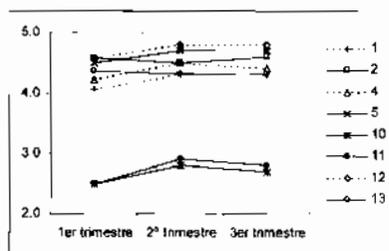
examen final, a la que tienen por otra parte derecho en las correspondientes convocatorias a lo largo del año.

Hay que decir que la totalidad de los alumnos matriculados en la asignatura Plantas de tratamiento de Minerales, de sexto curso de la especialidad de Laboreo y Explosivos, se acogieron a la posibilidad de evaluación mediante portfolio, por suponer un trabajo más constante y prolongado en el tiempo, y libre de la angustia que suelen producir los exámenes finales.

Desde el primer día de clase se dejaron fijadas las reglas de juego, quedando establecido que periódicamente, el profesor solicitaría de manera individual a cada uno de los alumnos una revisión en horario de tutoría del portfolio, donde revisaría la marcha del trabajo, y el alumno tendría la posibilidad de aclarar las partes que pudiesen no haber quedado suficientemente nítidas. Asimismo, el alumno recibiría consejos desde el punto de vista organizativo para conseguir construir de esta forma un material que fuese realmente valioso y útil al alumno en su futura actividad profesional. Para realizar una "evaluación de la evaluación", se decidió solicitar a los alumnos, con periodicidad trimestral, su colaboración mediante la realización de un test, como el que se muestra en la Tabla 2.

Los resultados obtenidos para el caso de respuestas con valores entre 1-5, se recogen en la figura siguiente:

Figura 2. Resultados numéricos para las cuestiones y su evolución con el tiempo.



Los resultados obtenidos para la pregunta 8, a cerca del peso a asignar a un portfolio, se expresan en la siguiente figura:

Figura 3. Resultados para el peso otorgado a la evaluación del portfolio y su evolución con el tiempo.

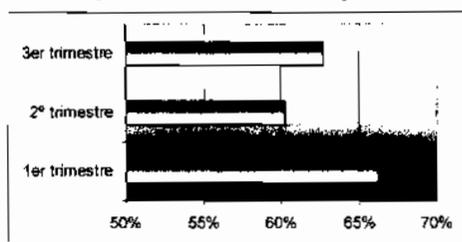


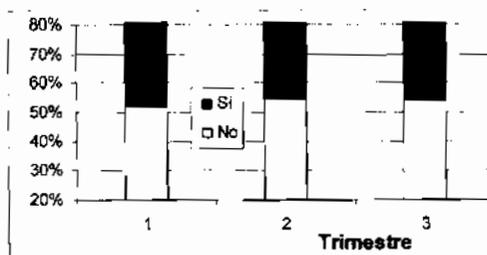
Tabla 2. Encuesta periódica realizada a los alumnos de sexto curso de la ETSIMO.

1.	Valora tu interés personal por esta materia de 1 a 5 (1 → muy poco .....5 → mucho)				
	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
2.	Valora el método de evaluación mediante portafolio respecto a otros métodos de evaluación que haya tenido (1 → mucho peor .....5 → mucho mejor)				
	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
3.	Indica, si es posible, tres ventajas y tres inconvenientes que encuentres en el método de evaluación.				
	<u>Ventajas</u>		<u>Inconvenientes</u>		
	1.....		1.....		
	2.....		2.....		
	3.....		3.....		
4.	¿Crees que este método de evaluación puede ser estimulante para mejorar el aprendizaje? (1 → muy poco..... 5 → mucho)				
	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
5.	Valora la facilidad de acceso a los contenidos de la asignatura en el futuro mediante el portafolio.				
	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
6.	Enuncia las características que crees que debe tener una asignatura para poder ser evaluada por este método.				
7.	Enuncia las características que crees que debe tener una asignatura para no ser evaluada por este método.				
8.	Como norma general, ¿qué peso asignarías dentro de la calificación global de una asignatura, a un portafolio?				
	<input type="checkbox"/> 10 %	<input type="checkbox"/> 20 %	<input type="checkbox"/> 50 %	<input type="checkbox"/> 80 %	<input type="checkbox"/> Otro .....
9.	¿Crees que la utilización de mecanismos de evaluación complementarios favorecería tu aprendizaje de esta materia? (pruebas tipo test por cada tema, examen final, etc.)				
	No ○		Sí ○ ¿Cuáles?		
10.	¿Consideras perjudicial para el aprendizaje que los métodos de evaluación sean diferentes en cada asignatura? (1 → muy poco..... 5 → mucho)				
	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
11.	¿Conoces con seguridad el criterio de evaluación de todas las asignaturas que estás cursando en la actualidad? (1 → muy poco..... 5 → mucho)				
	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
12.	¿Crees que tu forma de estudio está condicionada por el método de evaluación? (1 → muy poco..... 5 → mucho)				
	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
13.	Realiza una valoración global de esta asignatura dentro de tu formación como ingeniero. (1 → poco útil..... 5 → muy útil)				
	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○

En el caso de la cuestión 9, acerca de si consideran necesario el apoyo a la evaluación con portafolio mediante otro tipo de mecanismos, el resultado es el expresado en la Figura 4. Entre los que sí consideraron necesario

utilizar métodos complementarios de evaluación, los métodos sugeridos fueron la evaluación mediante pruebas cortas tipo test al final de cada tema del programa.

Figura 4. Resultados para el peso otorgado a la evaluación del portfolio y su evolución con el tiempo.



En lo que se refiere a los resultados obtenidos en la cuestión 3, acerca de ventajas e inconvenientes del portfolio, en la Tabla 3 se recogen algunos de los comentarios más relevantes realizados por los propios alumnos:

Tabla 3. Ventajas e inconvenientes, según los alumnos del sistema de evaluación mediante portfolio.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Facilidad de aprendizaje.</li> <li>■ Elaboración de un recurso de futuro.</li> <li>■ Menor presión, no es necesario memorizar.</li> <li>■ Mayor interacción con el profesor.</li> <li>■ Mayor practicidad en el estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mucho tiempo de trabajo.</li> <li>■ Poca presión ⇔ desinterés.</li> <li>■ Difícil de recordar conceptos complejos.</li> <li>■ Más apto para asignaturas descriptivas.</li> </ul>

En las contestaciones concernientes a la cuestión 6, en la que se pide citar las características que debería tener una asignatura para poder ser evaluada correctamente con este método, los alumnos coincidieron con las siguientes ideas: asignatura con amplio temario, de últimos cursos con orientación práctica, más descriptiva que analítica, y con bajo número de alumnos.

Como respuesta a la cuestión 7, referida a características que debería tener una asignatura para no ser evaluada por este método, se obtuvieron respuestas como las que siguen: asignaturas básicas de cursos bajos, matemáticas en general, si el contenido es muy analítico, "si no tiene interés

para la vida profesional”, “si el profesor es poco accesible”, “si las clases son muy numerosas...”.

## 6. Conclusiones

De las experiencias prácticas expuestas en el presente trabajo, se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- Dentro del ámbito de estudio, se ha detectado una clara necesidad de replantearse desde el punto de vista práctico, el entendimiento del proceso de aprendizaje de los alumnos.
- Si el objetivo que se busca en la carrera es formativo y no selectivo, es preciso poner en marcha estrategias de aprendizaje que faciliten la adquisición de los conocimientos y habilidades necesarios para el desarrollo de la profesión, y dejar para el mercado laboral la faceta selectiva, que es la que en última instancia corresponde. La innovación docente proporciona formación y herramientas a los docentes para realizar su trabajo de manera más eficaz.
- La realización de una programación correctamente estructurada, consensuada y coherente con las necesidades reales del futuro profesional puede ser más fácilmente realizable mediante los medios que la innovación docente pone a disposición del profesorado.
- La observación y análisis de los procesos en el aula, con la ayuda de grabaciones en vídeo, pueden ser de gran ayuda para que el docente saque el máximo rendimiento posible del reducido tiempo de interacción directa que tiene con los alumnos.
- La utilización de la encuesta es de gran utilidad en el proceso de aprendizaje, como herramienta para conseguir el “feedback” necesario en todo proceso controlado.
- La evaluación de los alumnos mediante portfolio se ha revelado de gran interés para los alumnos, ya que constituye un ejemplo claro de lo que puede ser una evaluación formativa que facilita la construcción del conocimiento.
- Los resultados de las encuestas pueden ser un acicate para perseverar en los “puntos fuertes” de nuestra labor y para intentar mejorar de forma permanente el proceso de aprendizaje-enseñanza.

## *Agradecimientos*

Los autores desean expresar su agradecimiento al equipo de dirección del ICE, en especial a Raquel Rodríguez y Jesús Hernández, por habernos abierto la puerta a una realidad a la que ningún docente puede dar la

espalda, mostrándonos esa nueva Universidad, la del Aprendizaje. Sin su dedicación y consejos, este trabajo, aunque modesto, simplemente no existiría. De igual forma, queremos agradecer al resto de compañeros del grupo de seguimiento del Plan de Formación para la Docencia Universitaria, por compartir con ilusión el objetivo de intentar hacer cada vez mejor nuestro trabajo.

### Referencias bibliográficas

- Alha, K., Holliger, C., Larsen, B.S., Purcell, P. & Rauch, W. (2000). Environmental Engineering Education - Summary Report of the 1st European Seminar. *Water Science and Tecnology*, 41 (2), 1-7.
- Bhamidimarri, R. & Butler, K. (1998). Environmental Engineering Education at the Millenium: an Integrated Approach. *Water Science and Tecnology*, 38 (11), 311-314.
- Castejón Costa, J.L., Carda Ros, R.M. y Vera Muñoz, I. (1991). *Enseñanza Universitaria: Diseño y Evaluación*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Contreras Muñoz, E. (1999). *La Formación del Profesorado Universitario*. Conferencia de los Cursos de Verano de la UNED. Plasencia.
- Contreras Muñoz, E. (2001). *El Profesor Universitario y la Programación de las Enseñanzas*. Seminario para la formación del profesorado de la Universidad de Oviedo, Oviedo, 11-12 de junio de 2001.
- Cruz Tomé, M.A. (2001). *Técnicas para mejorar la exposición y el aprendizaje en grupos grandes*. Seminario para la formación del profesorado de la Universidad de Oviedo, Oviedo, 28-29 de junio de 2001.
- Hernández García, J. (1999). En torno a la Programación. *Aula Abierta*, 74, 69-97.