

PROPUESTAS METODOLÓGICAS PARA MOTIVAR EL APRENDIZAJE DE MATERIAS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA: EVALUACIÓN DE RESULTADOS PRELIMINARES

Leonor Rodríguez Sinobas ^{1*} y Raúl Sánchez Calvo ²

1: Dpt. Ingeniería Rural
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: leonor.rodriguez.sinobas@upm.es

2: Dpt. Ingeniería Rural
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: raul.sanchez@upm.es

Resumen. *Las universidades europeas están adaptándose a las directrices de la Declaración de Bolonia de 1999. Recientemente, se ha dado a conocer una encuesta, realizada a estudiantes graduados en ingeniería en diversos países europeos, en donde los españoles valoran por debajo del aprobado los apartados relacionados con su percepción tanto del aprendizaje como de las habilidades socio-comunicativas. Por otra parte, los alumnos de la UPM mostraron un nivel de satisfacción con sus estudios menor que la media. Para mejorar la eficiencia las actividades formativas se deberán cuidar aspectos como: hacer atractivas las enseñanzas de ingeniería sin descuidar la exigencia y motivar para su aprendizaje.*

Este trabajo propone varias estrategias metodológicas para motivar el aprendizaje y las habilidades comunicativas en las materias relacionadas con la Ingeniería Hidráulica. Se analizan los resultados de las primeras experiencias de su aplicación a la docencia de varias asignaturas y su comparación con la situación de partida.

1. Introducción

En el contexto de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, las universidades deberán ser más competitivas, además de atraer a estudiantes e investigadores. En el proceso de convergencia es preciso dotar al estudiante de los recursos y materiales docentes necesarios que faciliten el aprendizaje autónomo de los contenidos y el desarrollo de las correspondientes competencias.

En la encuesta realizada a estudiantes graduados en ingeniería en diversos países europeos, los estudiantes españoles valoran por debajo del aprobado los apartados relacionados con su percepción tanto del aprendizaje como de las habilidades socio-comunicativas. Por otra parte, los alumnos de la UPM mostraron un nivel de satisfacción con sus estudios menor que la media y un porcentaje significativo de ellos no volvería a repetir estudios universitarios. Asimismo, la tasa de abandono universitario en la UPM es mayor del 20% (Uceda, 2008). Para revertir esta tendencia, entre otros factores, se requiere mejorar la eficiencia de los procesos formativos y efectuar cambios metodológicos. El docente de la materia es la fuente clave del aprendizaje. Para mejorar la eficiencia las actividades formativas, éstas deberán

plantearse de forma distinta. Se deberán cuidar aspectos como: hacer atractivas las enseñanzas de ingeniería sin descuidar la exigencia y motivar para su aprendizaje.

Las materias de ingeniería hidráulica se nutren, entre otros, de conocimientos de materias básicas como la física y matemáticas. Numerosas investigaciones en didáctica de estas últimas han puesto de manifiesto la dificultad en su aprendizaje y el fracaso escolar en todos los niveles educativos lo que, posteriormente, repercutirá en la docencia de las materias con las que se relacionan. Como docentes debemos favorecer el rendimiento académico y fortalecer, principalmente, el proceso de enseñanza/aprendizaje (Salvador Blanco, 1989).

En la enseñanza tradicional, basada en la clase magistral, el éxito o fracaso de la docencia se valora fundamentalmente en función del porcentaje de aprobados. Sin embargo, este dato aislado no implica necesariamente un mejor o peor aprendizaje, ya que existen factores que ponen en duda esta visión simplista (Ferro, 1993). Entre ellos, las diferencias de criterio para considerar una asignatura como superada, la forma de evaluación de cada profesor o institución universitaria.

En este trabajo proponemos varias estrategias metodológicas para motivar el aprendizaje de las materias relacionadas con la Ingeniería Hidráulica y se exponen los resultados preliminares de aplicación a la docencia de varias asignaturas troncales y optativas de orientación y su comparación con la situación de partida.

2. Propuestas metodológicas

La mayoría de las clases que se imparten en la Universidad son presenciales por lo que una estrategia metodológica para motivar el aprendizaje de cualquier materia es que el profesor, previamente, conozca bien los contenidos de la(s) materia(s) a impartir y transmita sus conocimientos de tal manera que el alumno perciba que el profesor "siente" lo que dice. En este sentido, es útil una actitud activa del docente utilizando estrategias como el uso de la voz para enfatizar aquello que se quiere resaltar y el intentar alternar entre diferentes tonos de voz para mantener la atención del alumno. Por otra parte, la actitud del profesor debe de ser dinámica. Las situaciones en las que el docente permanece sentado en una silla toda la clase favorecen la apatía del alumno por lo que se expone y facilitan que su mente se mantenga pasiva, desconecte y no siga el hilo conductor que marca el profesor. Sin embargo, cuando el docente adopta una postura activa de movimiento con desplazamientos a lo largo de los pasillos entre pupitres, ó en torno a la pizarra ó proyector el alumno suele seguirle con la mirada (como cuando se sigue el movimiento de la pelota en un partido de tenis), lo que favorece que la atención se mantenga por más tiempo.

Asimismo, respecto de los contenidos de las clases, se han tratado de desarrollar las habilidades tanto de la lectura crítica de los textos como de la escucha crítica durante las clases. Desde que los autores comenzaron su actividad docente en las materias relacionadas con la ingeniería hidráulica siempre trataron que el estudiante no escuchase sólo la información con objeto de memorizarla, sino que también se fijase en la forma de razonar del profesor. Sin embargo, su percepción era que esta idea no calaba en el alumnado; éste, posiblemente debido a los hábitos previamente adquiridos en su etapa formativa, estaba fundamentalmente preocupado por la adquisición de información. Así, queda, al menos parcialmente explicada, la dificultad del alumnado para superar los objetivos de la asignatura, entre los que se encontraban

tanto el entender como el analizar los fenómenos y procesos de la ingeniería hidráulica. Los autores se han propuesto incidir en la idea de que el profesor explica la manera más apropiada de analizar en una disciplina. Una vez adquirida la competencia de la capacidad de análisis el estudiante habrá conseguido la autonomía necesaria para el autoaprendizaje, así como la de iniciarse en el desarrollo de ideas propias.

En lo que respecta a los contenidos docentes de carácter esencialmente informativo que el alumno debe conocer, o al menos saber sobre su existencia, los autores siempre han incidido en los aspectos relacionados con su utilidad para resolver problemas y en las limitaciones asociadas. Ahora, se ha evitado dar en clase información demasiado detallada, en su lugar se ha facilitado el acceso a las fuentes originales y se ha potenciado aún más el relacionar dicha información con los razonamientos desarrollados en las clases.

Dentro de la planificación educativa se establecen las estrategias de aprendizaje: individualista, competitiva y cooperativa. En las materias relacionadas con la Ingeniería Hidráulica, se han considerado la primera y la última como las más adecuadas. Se ha descartado la competitiva, ya que los autores piensan, que en la disciplina de la hidráulica y con los medios actualmente disponibles, no es fácil de llevarla a la práctica. No obstante, los autores no descartan el desarrollarla en el futuro mediante concursos o actividades similares.

En el aprendizaje individualista durante las clases presenciales los alumnos realizan las tareas asignadas y trabajan de forma independiente en sus objetivos de aprendizaje, siguiendo su ritmo, y el referente es uno mismo. El progreso está basado en su propio rendimiento y los criterios son personales. A lo largo de la clase magistral, se intenta motivar al alumno para que razone y fundamente las respuestas a las preguntas planteadas para ello. Asimismo, al comienzo de la clase se enfatiza la utilidad de los contenidos a impartir y se describe la evolución del conocimiento hasta el presente y se finaliza avanzando las líneas futuras del progreso de los conocimientos.

En el desarrollo de la clase magistral se plantean preguntas para fomentar la capacidad de razonamiento del alumno. Los alumnos menos tímidos contestan los primeros mientras que la gran mayoría permanecen en silencio. La pregunta directa dirigida a varios alumnos en concreto tiene como objetivo despertar la curiosidad en el resto de compañeros y sirve al docente para valorar el grado de conocimiento y de aprendizaje en la materia a la vez que se intenta fomentar su curiosidad sobre el tema planteado.

En la estrategia participativa ó cooperativa se planifican las tareas de forma que se requiere la cooperación entre los integrantes del grupo (López Noguero 2005). Se busca resultados que resulten beneficiosos para el individuo pero también para el resto del grupo. Se trataría que cada uno de los grupos de estudio formados domine una parte de la materia asignada, de forma que una vez conseguido lo hagan partícipe a los demás siempre bajo la supervisión del profesor. Esta estrategia mejora el rendimiento individual y, dificulta, que uno de los grupos se aproveche del trabajo de los otros. Mediante esta estrategia el alumno puede ver incrementada su motivación a la vez que percibe puede alcanzar los objetivos del aprendizaje siempre que los demás integrantes del grupo también lo hagan.

Asimismo, con objeto de familiarizar al alumno con un determinado tema, durante la primera clase dedicada al mismo, se ha descrito un problema y reunido a los alumnos en pequeños grupos (3 a 6 habitualmente) y se ha nombrado un portavoz del mismo, todo ello de manera informal, improvisada y fluida. Tras no más de cinco minutos para tratar el tema verbalmente, el profesor da la palabra a los portavoces para que cada uno de ellos aporte un aspecto a ser tenido en cuenta para poder resolver el problema. Además de la familiaridad con el tema, se busca reforzar la motivación para aprender los contenidos al tratar de lograr que el alumno asuma el problema como propio.

3. Aplicación a materias de ingeniería hidráulica

Las propuestas metodológicas anteriores se han comenzado a implantar gradualmente desde el curso 2006-07 en dos asignaturas de la materia ingeniería hidráulica. Una de ellas "Ingeniería Hidráulica", IH, es troncal con 12 créditos LRU (equivalentes a 10 ECTS) y la otra "Movimiento del agua en medios porosos", MP, es optativa de especialidad con 3 créditos LRU (equivalentes a 2,5 ECTS). Con anterioridad a esa fecha, la evaluación del aprendizaje se llevaba a cabo a partir de los exámenes parciales, uno por cuatrimestre, y exámenes finales programados por el Centro. El 60 % de los créditos se dedican a teoría y el 40 % restante a práctica tanto de resolución de problemas en el aula como la realización de prácticas de laboratorio y campo.

El objetivo fundamental de la asignatura IH es que el alumno conozca, comprenda y aplique los fundamentos hidráulicos e hidrológicos del riego y el de la asignatura MP es que el alumno tenga conocimientos de los principios que rigen la filtración del agua con especial dedicación al agua subterránea en la explotación de pozos y sistemas de avenamiento. Su docencia se lleva a cabo por medio de clases magistrales y la evaluación del aprendizaje se realiza por medio de los exámenes parciales, uno por cuatrimestre, y los exámenes finales programados en el calendario de exámenes del Centro Universitario.

Ingeniería Hidráulica

A partir del curso 2006-07 en la asignatura IH se introdujo una modificación al planteamiento anterior en el que la evaluación continua del alumno podía tener repercusión en la evaluación definitiva, con un peso de 0,2 de la calificación definitiva y se empezó a utilizar, como complemento, la plataforma Moodle como herramienta de telenseñanza.

El grado de incidencia que los cambios introducidos en la metodología docente han podido tener sobre el aprendizaje de los alumnos se ha estudiado mediante la observación de las calificaciones del curso 2008/09.

Por un lado, se ha valorado el trabajo continuo del alumno mediante tareas a realizar durante la clase y fuera de ésta. Las primeras han tenido como característica fundamental su brevedad, mientras que las segundas no necesariamente. Las tareas han sido muy diversas, desde cuestiones teóricas hasta cálculos con ordenador, fundamentalmente con hoja de cálculo, para resolver problemas para diversas hipótesis. Una tarea frecuente ha sido la de resolver en clase cualitativamente una cuestión y, ya como segunda parte y para realizar fuera de la clase, la de resolverla cuantitativamente y discutir los resultados.

Respecto al seguimiento, el alumno ha recibido la calificación pero no el ejercicio con las correcciones. Sin embargo, en clase ha tenido la oportunidad y se le ha animado a que realice cuantas preguntas estime oportuno para poder autoevaluar su ejercicio.

Y por el otro lado, se han realizado los exámenes conforme a las directrices del calendario oficial del centro. Se han estudiado las convocatorias del primer parcial, segundo parcial y ordinaria de Junio. En la convocatoria del segundo parcial, además de poder superar esta parte propiamente dicha, el alumno tenía la oportunidad de presentarse y superar también el primero, así como solamente el primero. En la convocatoria de junio, el alumno sólo tenía la necesidad de superar la parte de la asignatura que tuviese pendiente.

Los autores piensan que el examen individual es la mejor manera de valorar si el alumno, a través del aprendizaje, ha superado los objetivos de la asignatura. Y para abordar la valoración de la incidencia de la evaluación continua en el aprendizaje han considerado que las preguntas del examen no debían tener aspectos ya preguntados o propuestos en las tareas de seguimiento.

La calificación de cada una de las convocatorias arriba descritas se ha calculado con las notas de seguimiento y examen correspondientes. La calificación que ha recibido el alumno ha sido la más favorable para él de los dos casos que se detallan a continuación. En primer lugar, la media ponderada de la nota del seguimiento y la nota de examen, con coeficientes 0,2 y 0,8, respectivamente. Y en segundo lugar, solamente con la nota del examen, ya que, al menos por costumbre, el alumno tiene derecho a examen y a obtener calificación en la asignatura si hace el mismo.

Movimiento del agua en medios porosos

El seguimiento del alumno en la asignatura “Movimiento del agua en medios porosos” cuenta hasta el 60 % de la valoración final y se realizó por medio de:

Autoevaluación. El alumno contesta, en clase, a un cuestionario con tres preguntas cortas al final de cada tema. Algunas de las preguntas son tipo test.

Realización de ejercicios específicos semanales correspondientes a diferentes bloques temáticos.

Planificación, desarrollo y presentación de un trabajo de curso a realizar en grupo.

Resolución de las tareas propuestas en la plataforma Moodle con varios apartados. Uno de ellos es el titulado “los expertos informan” en donde los alumnos dan su opinión acerca de problemas reales planteados en el ámbito profesional. En el otro, titulado “Foro” se introducen ó comentan noticias aparecidas en los medios de comunicación relacionadas con los contenidos de la asignatura”.

Las clases de MP son de 2 horas de duración, una vez a la semana, durante un cuatrimestre y en IH cuentan con clases de dos horas, dos días a la semana durante los dos cuatrimestres.

En MP, al comienzo de la clase, se comenta la(s) noticia(s) aparecidas durante la semana. Esta actividad despierta la curiosidad del alumno lo que le motiva en la justificación de los hechos presentados en la noticia. La clase discurre con el planteamiento de preguntas por parte del profesor con cuyas respuestas por parte del alumno (y en su caso, el profesor) se justifica el contenido de la clase. A veces, se fomenta el debate, sobre todo en temas actuales como los relacionados degradación del entorno natural por el abuso en la utilización de las aguas subterráneas en ciertas zonas de la península lo que a su vez, incentiva su interés en conocer las técnicas y medidas para su recuperación.

Los alumnos en ambas asignaturas participan en la resolución práctica de problemas en el aula. La utilización del ordenador estimula su interés. Se pone en común el procedimiento a seguir. El profesor guía en todo momento los planteamientos presentados y va conduciendo todas las propuestas realizadas hacia la solución más favorable. Cuando la solución propuesta es errónea el profesor lo fundamenta y en todo el proceso se observa como poco a poco el alumno se motivado más y se aumenta su autoestima para plantear y justificar su propia solución.

La realización del trabajo fin de curso en grupos, por lo general compuesto por dos personas, requiere de varias sesiones de tutorías con el profesor para especificar el trabajo concreto a realizar. En ellas, el alumno, como ejecutor del trabajo, se va motivando para presentar sus propias iniciativas. La presentación delante de sus compañeros, al final del cuatrimestre, constituye un evento especial. Después de cada presentación contestan a las preguntas realizadas por la audiencia, alguna de las cuales tiene difícil respuesta.

4. Resultados

Ingeniería Hidráulica

En la Fig. 1 se muestra la relación entre la calificación promedio de los ejercicios de seguimiento y las calificaciones de los exámenes. En ambos ejes, se ha representado la desviación unitaria de la calificación con respecto de la media alcanzada en el grupo. Es decir para el alumno i con una nota N_i calificada sobre 10, dicha desviación unitaria Δ_r se expresa:

$$\Delta_r = \frac{N_i - \bar{N}}{10} \quad (1)$$

Conviene tener presente que en la nota media de los exámenes intervienen las calificaciones de aquellos alumnos que no han realizado las tareas de seguimiento.

Se han representado los resultados para la convocatoria del primer parcial (1P), del segundo parcial (2P), del contenido del primer parcial en la convocatoria del segundo parcial (2P1P), y de los contenidos del segundo (J2P) y primer parcial (J1P) en la convocatoria de Junio.

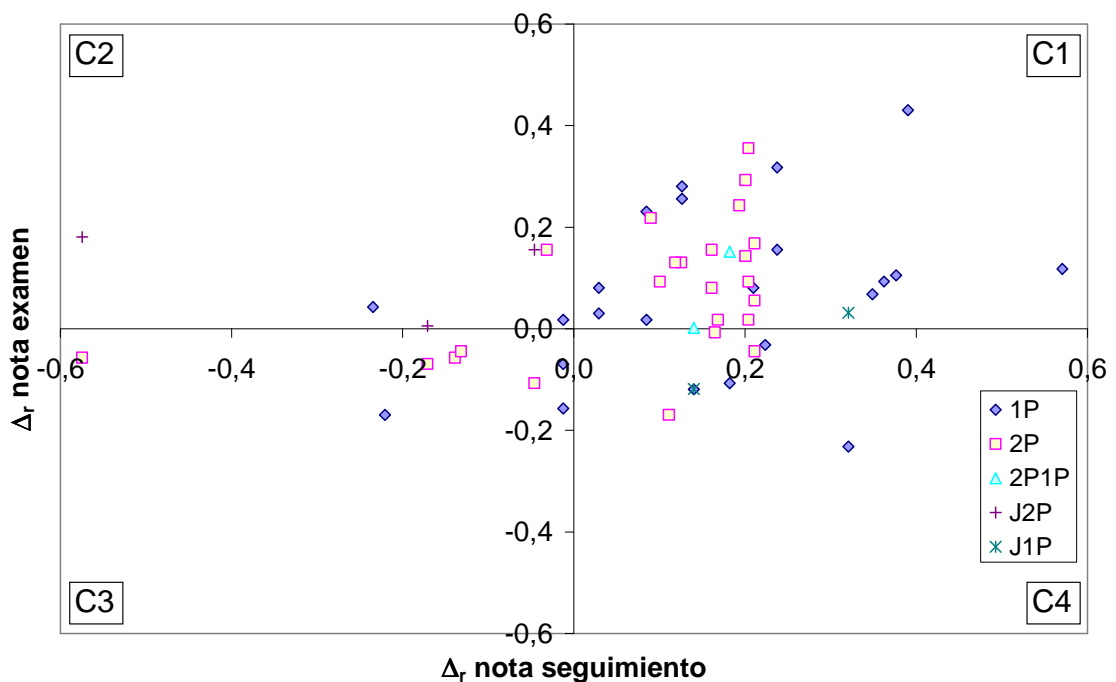


Figura 1. Desviaciones unitarias de la calificación con respecto de la media alcanzada en el grupo.

En el primer cuadrante (C1) se encuentran los casos de aquellos alumnos que tienen mejores calificaciones que la media tanto en el seguimiento como en los exámenes. En el segundo cuadrante (C2) se encuentran los casos en los que el seguimiento está por debajo de la media mientras que la calificación del examen está por encima. En el tercero (C3) se encuentran los casos en los que tanto la calificación del examen como la del seguimiento están por debajo de la media del grupo. Y en el cuarto cuadrante (C4) están los casos en los que la calificación del seguimiento es mayor que la media mientras que la del examen es menor.

Puede apreciarse que la mayoría de los casos se encuentran en C1 y, de lejos, le siguen, por este orden, los casos que se encuentran en C3, C4 y C2.

El hecho de que los dos casos mayoritarios se encuentren en C1 y C3 es un indicador del grado en el que los cambios introducidos para fomentar y valorar la participación activa del alumno mediante las tareas de seguimiento ha fortalecido el proceso de aprendizaje.

Movimiento del agua en medios porosos

En la Tabla 1 se muestra tres índices: la relación entre los alumnos presentados a examen respecto de alumnos matriculados, la relación entre los alumnos que aprobaron la asignatura y los presentados al examen y la relación entre los aprobados y los matriculados. Se comparan los índices correspondientes al primer año de su docencia y a los dos años anteriores a la implantación con los dos años en los que se han utilizado los nuevos métodos. Asimismo, en la Tabla 2 se presenta la valoración del aprendizaje en las situaciones comparadas.

	Curso académico	P/M	A/P	A/M
Situación inicial	2000-01	73,53	56,00	41,18
	2003-04	60,00	71,43	42,86
	2004-05	46,15	58,33	26,92
Situación actual	2006-07	65,13	58,45	35,67
	2007-08	50,00	100	50,00
	2008-09	94,74	100	94,74

Tabla 1. Comparación de los índices: relación entre alumnos presentados a examen respecto alumnos matriculados (P/M), relación entre alumnos que aprobaron la asignatura y los presentados al examen (A/P) y la relación entre aprobados y matriculados (A/M) de la asignatura MP. (Nota = los índices se expresan en porcentaje).

	Curso académico	S	A	N	SB
Situación inicial	2000-01	44,00	28,00	28,00	0,00
	2003-04	28,57	47,62	19,05	4,76
	2004-05	42,86	35,71	21,43	0,00
Situación actual	2006-07	42,86	42,86	14,29	0,00
	2007-08	0,00	33,33	67,77	0,00
	2008-09	0,00	83,33	5,56	11,11

Tabla 2. Comparación de los resultados, expresados en tanto por ciento, obtenidos en la evaluación final del aprendizaje de los alumnos de la asignatura MP. (Nota = S= suspenso, A= aprobado, N= notable y SB= sobresaliente).

4. Conclusiones

Las propuestas metodológicas propuestas para motivar a los alumnos en las materias de ingeniería hidráulica han sido satisfactorias. Cuando las tareas de seguimiento continuo son independientes de los contenidos de los exámenes, el incentivar el seguimiento tiene resultados positivos sobre el aprendizaje.

En la asignatura MP el índice alumnos presentados a examen sobre matriculados P/M en la situación actual ha aumentado respecto de la situación inicial alcanzando valores superiores a 90%. Los otros dos índices: relación de aprobados sobre presentados A/P y sobre matriculados A/M también han aumentado notablemente. Se observó que el número de alumnos que asistieron a las clases coincidió con el de matriculados en la asignatura. Asimismo, la valoración final de su aprendizaje fue positiva, todos ellos aprobaron y las calificaciones obtenidas fueron superiores a las de la situación de partida.

REFERENCIAS

Ferro, J., "Modelos innovativos y estrategias para generar cambios en la docencia universitaria". En: CINDA, Innovación en la educación universitaria en América Latina. Santiago, Chile, 1993.

Salvador Blanco, L., Técnicas de trabajo en grupo aplicadas a la educación. Universidad de Cantabria, 1989.

López Noguero, F., Metodología participativa en la enseñanza universitaria. Nancea. Madrid, 2005.

Uceda, J. Conferencia del Rector Magnífico de la UPM titulada "Participación del profesorado en el proceso de cambio de la Universidad y su actualización. E.T.S.C.C P de la Universidad Politécnica de Madrid, celebrada en Madrid el 11 de noviembre de 2008.