

# Proyecto de formación del profesorado universitario de Ciencias, Matemáticas y Tecnología, en las metodologías de Aprendizaje Basado en Problemas y Proyectos

## Faculty development project for Science, Mathematics and Technology teachers on Problem and Project Based Learning methodologies

Mikel Garmendia

*Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería. Universidad del País Vasco UPV/EHU*  
mikel.garmendia@ehu.es

José Ignacio Barragués

joseignacio.barragues@ehu.es

*Departamento de Matemática Aplicada. Universidad del País Vasco UPV/EHU*

Kristina Zuza, Jenaro Guisasola

*Departamento de Física Aplicada I. Universidad del País Vasco UPV/EHU*

kristina.zuza@ehu.es, jenaro.guisasola@ehu.es

**RESUMEN** • En este trabajo presentaremos el diseño e implementación del programa ERAGIN de la UPV/EHU, de formación del profesorado universitario en metodologías activas de enseñanza. Se presentarán las bases teóricas del programa, el diseño de formación, las dificultades encontradas, y las cuestiones que nos planteamos de cara al futuro. Los resultados que se han obtenido sobre la valoración del programa por parte de los participantes y sobre el cambio didáctico del profesorado son esperanzadores en cuanto a la efectividad del diseño de formación basado en la mentoría. En su conjunto, estos resultados nos animan a pensar que se trata de un programa de formación capaz de responder a los retos y compromisos sociales de nuestra Universidad.

**PALABRAS CLAVE:** formación del profesorado universitario; mentoría; aprendizaje basado en problemas y proyectos; conocimiento didáctico del contenido.

**ABSTRACT** • In this study we present the design and implementation of the program ERAGIN of the UPV / EHU, university teacher training in active teaching methodologies. It will present the theoretical underpinnings of the program, training design, difficulties encountered, and the questions we ask in the future. The results that have been obtained on the evaluation of the program by participants and faculty educational change are encouraging in terms of design effectiveness based on mentoring. Taken together, these results encourage us to think that this is a training program capable of responding to the challenges and social commitments of our University.

**KEYWORDS:** university teacher training; mentoring; problem and project based learning; pedagogical content knowledge.

Fecha de recepción: abril 2012 • Aceptado: mayo 2013

Barragués, J.I., Garmendia, M., Guisasola, J. Zuza, K. (2014) Proyecto de formación del profesorado universitario de Ciencias, Matemáticas y Tecnología, en las metodologías de Aprendizaje Basado en Problemas y Proyectos. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (2), pp. 113-129

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años algunas universidades europeas, como Aalborg y Maastricht entre otras, están transformando la enseñanza tratando de centrarla en el estudiante, dirigirla al desarrollo de competencias demandadas en el entorno, y mejorar los indicadores de éxito y rendimiento de los grados (Kolmos, 2004; Kuiper *et al.*, 2011; Branda, 2008). Existe, o debería existir, en la educación universitaria, una preocupación no solo por “qué se aprende”, sino también por “cómo se aprende”. Sin embargo, gran parte de la enseñanza universitaria se centra en la transmisión de la información, observándose graves carencias en aspectos tan importantes como implicar a los estudiantes en un proceso de enfrentarse con la incertidumbre, la profundización en los significados y la resolución de problemas (Campanario, 2003; Mellado, 1999). No obstante, este patrón transmisivo es difícilmente compatible con uno de los retos del Espacio Europeo de Educación Superior: hacer pensar a los estudiantes, y que éstos adopten un papel activo en su propio aprendizaje.

En este trabajo presentaremos el diseño e implementación del programa ERAGIN de la UPV/EHU, de formación del profesorado universitario en metodologías activas de enseñanza. Se presentarán las bases teóricas del programa, el diseño de formación, las dificultades encontradas, y las cuestiones que nos planteamos de cara al futuro. En el programa han participado más de 200 profesores en sus tres ediciones. En este artículo nos referiremos exclusivamente al profesorado de las áreas de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología, que ha utilizado estrategias de enseñanza fundamentadas en el Aprendizaje Basado en Problemas y Proyectos (ABPyP).

El programa de formación tiene como objetivo mediar en las concepciones del profesorado sobre su enseñanza y modificar su práctica hacia metodologías activas de enseñanza tales como el ABPyP (Johnson *et al.*, 2000). Sabemos que esto no es un proceso sencillo ni mecánico. La investigación educativa ha aportado evidencias de que para enseñar contenidos no es suficiente con dominarlos sino que es necesario un conocimiento específico profesional (Shulman, 1986). Estos conocimientos específicos se han denominado de diferentes formas, como Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), saberes necesarios para la Transposición Didáctica (TD), Pedagogical Content Knowledge (PCK) o bien como Conocimiento Práctico Profesional (CPP) (Bryan y Abel, 1999; Wallace y Kang, 2004). Dar sentido al conocimiento pedagógico en relación con la docencia de un área de conocimiento, requiere un proceso complejo de reflexión en la acción que lleva a establecer nuevas concepciones epistemológicas y un conocimiento diferenciado del pedagógico y del disciplinar para una problemática (la enseñanza de la disciplina) también diferenciada (Porlan *et al.*, 2010). En este contexto las preguntas de investigación que guían este trabajo son:

1. ¿Qué características debe tener un programa de formación que ponga en crisis las concepciones previas del profesorado sobre la enseñanza e incida realmente en su manera de enseñar?
2. ¿Qué dificultades y cambios se producen en el profesorado al gestionar el currículum con metodologías ABPyP?

A continuación describimos el trabajo realizado para contestar a las preguntas de la investigación. En primer lugar se explica el marco teórico desde el que se ha diseñado el programa. En segundo lugar, se realiza una descripción del profesorado universitario que participó en el programa y el diseño del mismo. En tercer lugar, se explica la metodología seguida para la obtención de datos y su análisis. A continuación se exponen los resultados obtenidos y su discusión. Por último se describen algunas implicaciones para la formación del profesorado universitario.

## MARCO TEÓRICO PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN

A continuación describiremos los resultados de diferentes investigaciones que se han llevado a cabo sobre formación del profesorado y mentoría que han fundamentado teóricamente las decisiones que se han tomado para orientar el programa de formación. Estas decisiones se centran fundamentalmente en dos áreas. La primera se refiere al objetivo principal a desarrollar con el profesorado dentro del amplio conjunto del Conocimiento Práctico Profesional: la gestión del currículo en el ámbito de la disciplina. La segunda se centra en las características adoptadas para definir el tipo de mentoría en el programa.

### Ayuda a la gestión del currículo en el ámbito de la disciplina

En la actualidad el profesor no es considerado como un técnico que sigue instrucciones, sino como alguien que procesa información, toma decisiones y genera conocimiento profesional práctico (Shavelson y Stern, 1981). Desde la importante aportación de Shulman (1986) sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (Pedagogical Content Knowledge-PCK) la formación del profesorado se ha orientado hacia un mayor compromiso con el contenido concreto a enseñar.

Shulman (1986) considera que el PCK incluye también las formas de representar y formular el contenido para que sea comprensible a otros. Así mismo incluye una comprensión de lo que hace sencillo o difícil el aprendizaje de temas concretos: las concepciones y preconcepciones que los estudiantes presentan cuando se enseñan estos temas. El PCK es una acumulación de diferentes elementos, tales como conocimiento de la disciplina, conocimiento de cómo aprenden los estudiantes la disciplina y de sus concepciones alternativas, conocimiento del currículo y conocimientos generales de Pedagogía. En la medida que ha ido avanzando la investigación en formación del profesorado y en sus concepciones, estos conocimientos han ido ampliando su significado. Actualmente se habla de Conocimiento Práctico Profesional (CPP) (Porlan, *et al.*, 1996; Bradbury, 2010; Bryan y Atwater, 2002). El CPP no es una mera aplicación de la teoría en la acción educativa, sino que como cualquier otro conocimiento profesional surge de la investigación y resolución de problemas relevantes del ámbito disciplinar o profesional (Schön, 1992).

A partir de los resultados anteriores, en este estudio seleccionamos una importante área de asistencia en el programa, la ayuda en la gestión del currículo de la propia disciplina para implementar metodologías activas tales como el Aprendizaje Basado en Problemas y/o Proyectos.

### La mentoría como mediación para la reflexión y el cambio didáctico

En general, la formación del profesorado universitario se ha realizado siguiendo planteamientos convencionales. Durante años se han ofertado cursos de corta duración, dando por sentado que la formación recibida en ese tiempo podría ser suficiente para que los participantes llevaran a la práctica la formación recibida. No obstante, el simple hecho de mostrar y describir una metodología al profesorado no significa que se esté en condiciones de aplicarlo en sus asignaturas. Por ello, en nuestro programa se ha decidido recurrir a la mentoría de larga duración, como forma de acompañar al profesor/a tanto en el diseño de una propuesta activa como en su implementación en el aula.

De acuerdo con Bradbury (2010: 1.053), la Mentoría Educativa requiere unas características concretas en la actuación de los mentores. El trabajo de Bradbury (2010) resume una lista de comportamientos de los tutores siguiendo un proceso inductivo de agrupamiento de las diferentes acciones desarrolladas por los tutores en la Mentoría Educativa descrita por Feiman-Nemser (2001) y Norman y Feiman-Nemser (2005). Nosotros hemos adaptado esta lista de comportamientos de los mentores al programa de formación y se han elegido mentores que incorporan las siguientes líneas de actuación en el diálogo con sus profesores:

- a) El papel del mentor no supone “obligar” al profesor participante a adaptar el punto de vista del tutor sino más bien hacerle reflexionar sobre estrategias de enseñanza alternativas y sus implicaciones en la práctica educativa del profesor. El mentor y el profesor trabajan conjuntamente para mejorar la enseñanza de acuerdo con las indicaciones de la investigación. Para el profesorado esta estrategia lleva a focalizar su reflexión en las prácticas que la investigación ha mostrado como eficaces, es decir, en las metodologías activas de enseñanza tales como el Aprendizaje basado en Problemas y Proyectos (Glaser, 1991; Johnson, 2000; Duch, 2001).
- b) El trabajo de reflexión profesor-mentor, en nuestro programa se sitúa dentro de la línea de “Investigación en la acción”, que considera el aprendizaje como un proceso social ligado al contexto donde ocurre y que utiliza como fuente de aprendizaje la propia práctica educativa (Stenhouse, 1990; Elliot, 1993*a*, 1993*b*; Ribero y Porlan, 2005; Bryan y Abell, 1999). En este sentido, los mentores adoptan como campo de análisis la práctica educativa del profesor y la utilizan al mismo tiempo para hacer reflexionar al profesorado sobre esta.
- c) Una de las dificultades para el cambio educativo es la epistemología personal docente construida a partir de su experiencia como alumno, y posteriormente como profesor (Bryan y Abell, 1999; Munby y Russel, 1998). Entre los principales obstáculos para el cambio epistemológico del profesorado se encuentran: *a*) la creencia en la transmisión de los contenidos, según la cual los estudiantes tienen un papel pasivo de receptores y reproductores de la información; *b*) la creencia en que el aprendiz no tiene ideas previas que condicionan y contextualizan su aprendizaje; *c*) el conocimiento considerado producto cerrado y verdadero que no tiene en cuenta su progresión epistemológica y su permanente cambio en función de nuevas interpretaciones de las evidencias; *d*) la aceptación de un currículo amplio y superficial con objetivos principalmente propedéuticos frente a un currículo coherente y adaptado al contexto social del estudiante (Mellado, 2001; Porlán y Martín del Pozo, 2004; Guisasola y Morentin, 2007; Fernández *et al.*, 2002). Estos resultados detectados por la investigación permiten a los mentores utilizar el pensamiento del profesor como fuente de conocimiento, y a la vez hacerle comprender que las ideas de sus estudiantes pueden ser una fuente de conocimiento que le ayudará a resolver algunos de sus problemas de enseñanza. Por ello, la epistemología personal docente puede ser un obstáculo al cambio didáctico, pero también un punto de partida para la reflexión y la construcción del CPP (Furió y Carnicer, 2002).
- d) Los mentores buscan un equilibrio entre los problemas concretos y urgentes del profesor participante y la necesaria adquisición de conceptos y teorías que justifican estratégicamente la resolución de esos problemas. El mentor muestra en la ayuda al profesor la necesaria unión entre la teoría educativa y su práctica. Así mismo, al igual que se propugna entre los alumnos, el mentor utiliza el trabajo colaborativo entre ambos para discriminar entre las propuestas de enseñanza, hasta llegar a la conclusión de que no todas son igualmente válidas ni efectivas. Este trabajo ayuda a generar nuevas ideas en el profesor y a que se plantee nuevos retos.

En resumen, los mentores fomentan una reflexión centrada en la práctica educativa del profesorado y facilitan dicha reflexión de acuerdo con los resultados de la investigación educativa. Como resultado se espera que el profesorado aprenda en virtud de su propio análisis e indagación. Durante este aprendizaje autodirigido los profesores interaccionan en grupo con otros profesores, discuten, comparan, revisan y debaten permanente sus experiencias.

## DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN

Partiendo de las premisas teóricas señaladas en el apartado anterior, se decidió diseñar un programa de formación basado en la co-mentoría que abordara temas clave de gestión del currículum y su implementación en el aula con metodologías activas. La hipótesis de trabajo era que dicha estrategia sería valorada positivamente por los profesores y favorecería un cambio significativo en sus prácticas docentes.

### El profesorado y mentores participantes

El programa tiene carácter voluntario y forma parte de la oferta de formación continua de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatean. Se realiza una convocatoria anual para todo el profesorado de la Universidad del País Vasco (alrededor de 4.500 profesores/as). El programa tiene un número limitado de plazas debido a la disponibilidad de recursos humanos. El número de mentores con los que comenzó el programa era limitado (20 mentores) y fueron seleccionados mediante dos procedimientos: *a*) profesorado de la UPV/EHU que tenía experiencia en aplicar metodología ABPyP en sus clases y la acreditaba con publicaciones internacionales; *b*) profesorado que se había formado en ABPyP en universidades extranjeras (por ejemplo, McMaster y Aalborg) mediante otros programas de formación de la UPV/EHU, y como consecuencia aplicaba la metodología ABPyP en su docencia. De esta forma se logró reunir mentores de casi todas las áreas de conocimiento. En el segundo año, aquellos profesores/as participantes del primer año que superaron satisfactoriamente el programa se incorporaron como mentores. Esta incorporación no es automática y sigue un proceso de formación que queda fuera de los objetivos de este trabajo, aunque será objeto de futuras publicaciones.

La selección de los profesores universitarios participantes se realiza manteniendo criterios de diversidad de Facultades y de áreas de conocimiento. En las dos primeras ediciones del programa (2009-2010 y 2010-2011) han participado 57 profesores universitarios en activo de las áreas de ciencias (18), matemáticas (11) y tecnología (28). En la primera edición tomaron parte 27 profesores universitarios en activo y 7 mentores. En la segunda edición tomaron parte 30 profesores y 10 mentores. Así pues cada mentor/a tenía a su cargo una media de 3 profesores universitarios en activo de un área de conocimiento afín. El profesorado participante lo hace de forma voluntaria y se compromete a trabajar conjuntamente con el mentor para obtener un material didáctico para implementarlo su clase.

### Programa de formación

De acuerdo con el marco teórico del programa se han diseñado cuatro fases: taller inicial; mentoría en el diseño de materiales ABPyP; mentoría de la implementación en el aula; validación y publicación del material final en el Centro de Recursos Metodológicos de la UPV/EHU. La carga de trabajo total que se acredita a los participantes que finalizan exitosamente el programa es de 12 ECTS (300 horas). A continuación se describe cada una de las fases.

- FASE 1. Taller inicial (enero). Los profesores participan en un taller de formación inicial con expertos que les hacen reflexionar de forma colectiva acerca de sus necesidades profesionales y les muestran ejemplificaciones de metodologías activas. Se resalta un nuevo rol de los profesores y profesoras asociado a las metodologías activas. La modalidad es presencial e intensiva de unas 20 horas, en 3-4 días.
- FASE 2. Mentoría en el diseño de materiales (entre enero y junio). Cada participante diseña y planifica al menos el 25% de los créditos de su asignatura. Se forman grupos de 3-4 participantes a cargo de un mentor, que colaboran entre sí en la reflexión y mejora de las propuestas. La

modalidad es extensiva, semi-presencial y flexible con hitos pre-fijados. Se realiza una media de 4 reuniones presenciales de grupo, se cuenta con asistencia a través de foros virtuales (Moodle) y el trabajo es pautado mediante la entrega y mejora de propuestas de diseño, que son valoradas por el mentor y por los miembros del grupo mediante contraste entre pares.

- FASE 3. Mentoría en la implementación del diseño realizado. El profesorado implementa en clase el diseño realizado que incluye al menos el 25% de los créditos ECTS de la asignatura. Durante la implementación el mentor debe acudir al menos una vez a la clase del participante. En este período se mantiene además la comunicación con el mentor y el resto de participantes a través de un foro virtual o de forma presencial. Se favorece la comunicación de vivencias personales en el marco de la co-mentoría. Se aplican diferentes herramientas de evaluación del aprendizaje logrado por los estudiantes. La modalidad es extensiva, semi-presencial. Se utiliza el foro para comunicar los avances y compartir las dificultades. Las aulas de los participantes están “abiertas” e “invitan” a sus compañeros de co-mentoría a asistir para hacer observación directa y contraste. Los mentores también realizan una observación para ofrecer retroalimentación, realizar comentarios y proponer sugerencias de mejora.
- FASE 4. Validación final y publicación del material. El participante, una vez terminada la implantación práctica, realiza un informe final, producto de la experiencia y la reflexión, introduce modificaciones en su diseño, y presenta el trabajo final. Los mentores y la dirección del programa evalúan y dan el visto bueno para la publicación en el Centro de Recursos Metodológicos de la UPV/EHU (<http://www.ehu.es/es/web/ikdbaliabideak/home> consultado el 11-04-2013).

Para orientar y concretar el trabajo a realizar por el profesor participante, se definieron cuatro documentos, cada uno de los cuales tenía unos objetivos específicos y una guía detallada para su elaboración dependiendo de la fase de desarrollo. Tales documentos se llamaban “Entregables”, y en ellos se recogían diferentes aspectos del diseño del currículum: contexto de la asignatura, competencias y resultados de aprendizaje, secuencia de actividades para los estudiantes y metodología, sistema de evaluación de las competencias e informe final de implementación, entre otros. El formato de entregables que plantean problemas profesionales prácticos y presentación de informes, ha sido elegido como la vía que utiliza el mentor para ayudar y como puente entre la comprensión del CPP y la práctica docente (Porlan *et al.*, 2010). Como ejemplo, la tabla 1 muestra parte de los aspectos tratados en el diseño de una unidad didáctica.

El profesorado subía cada Entregable al foro de discusión para su revisión por su mentor, por el resto de mentores y por la comunidad de profesores participantes. Esta metodología permitía compartir dificultades, ideas y soluciones, de tal modo que tras dos, tres o más reelaboraciones la versión final del entregable había mejorado notablemente respecto a la primera.

Tabla 1.  
Aspectos para la reflexión profesor-mentor del segundo Entregable.

<p>2.º ENTREGABLE. ERAGIN ABPyP Guía de retroalimentación al profesor/a. Aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje que hay que tener en cuenta</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enunciar el problema o problemas del tema 1. Escribir uno o dos párrafos para justificar el/los problema/s propuesto/s.</li> <li>2. Definir indicadores de aprendizaje. Justificar lo que los estudiantes tienen que aprender para considerar que han comprendido el tema.</li> <li>3. Definir las relaciones entre los indicadores y las competencias de la asignatura en el grado.</li> <li>4. Diseñar las actividades. Comentario de cada actividad con relación a: tarea individual o grupal, escenario planteado e interés del mismo, posibles preconcepciones, metodología que seguir en su desarrollo (análisis cualitativo del problema, emisión de hipótesis, búsqueda de información, planteamiento de estrategias de resolución, aplicación de leyes y principios, análisis de resultados y coherencia con las hipótesis y cuerpo de conocimiento estudiado), seguimiento del desarrollo de la resolución (retroalimentación), posibles dificultades de resolución y evaluación coherente de la actividad según los indicadores definidos.</li> </ol>

En la fase de implementación los profesores cuentan en todo momento con la asistencia online del mentor y del resto de participantes. El trabajo se refleja en un informe secuenciado en varios apartados que son atendidos en el foro online y mediante mentorías individuales. En estos apartados se detalla: *a)* Condiciones de la implementación; *b)* Dificultades encontradas y cambios realizados; *c)* Actitud de los estudiantes hacia la metodología activa utilizada; *d)* Evidencias de que los estudiantes han adquirido las competencias previstas; *e)* Propuestas de mejora; *f)* Valoración global de la experiencia.

## METODOLOGÍA

De acuerdo con las preguntas de investigación y para articular la toma de evidencias se ha puesto la atención en: *a)* Cuestionario preliminar de respuesta abierta para indagar las concepciones iniciales del profesorado participante sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje en su disciplina; *b)* Cuestionario “Valoración de la mentoría” realizado por cada participante tras el primer semestre del programa y antes de la implementación en el aula; *c)* Veintitrés observaciones directas en el aula y posteriores entrevistas semi-estructuradas a los participantes; *d)* Discusiones en los foros; *e)* Análisis de las propuestas ABPyP diseñadas, y *f)* Análisis del informe final de cada participante después de la implementación en relación con la mentoría y los resultados obtenidos.

El análisis de las evidencias fue realizado siguiendo las recomendaciones de Miles y Huberman (1994) citadas por Cohen *et al.* (2007). En concreto hemos utilizado tres estrategias: 1) Codificar la frecuencia con que aparecían determinadas ideas o temas; 2) Anotar patrones que puedan proceder de explicaciones causales o de determinadas ideas, y 3) Agrupar en categorías los principales ítems anotados. Dos miembros del equipo de investigación examinaron independientemente los datos para realizar la primera codificación y generar patrones para cada categoría. En un segundo paso, esta clasificación fue discutida entre los miembros del equipo de investigación para su revisión y reformulación. Al agrupar los datos en categorías utilizamos como referencia los criterios establecidos para cada diseño basados en trabajos previos (Furio y Carnicer, 2002; Mellado, 1998). Durante el proceso de análisis, las categorías iniciales fueron comparadas y reformuladas para indicar patrones específicos y categorías asociadas con diferentes aspectos del programa tales como: *a)* Los objetivos de los profesores sobre su enseñanza; *b)* Las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje; *c)* En qué medida la mentoría ayuda en el proceso de cambio didáctico; *d)* Calidad de los diseños realizados con metodologías activas, y *e)* En qué medida la mentoría es entendida como mediación.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Hemos agrupado los resultados en tres apartados que ayudan a entender la evolución del pensamiento del profesorado sobre la docencia en metodologías ABPyP a lo largo del programa de formación, así como el papel desempeñado por la mentoría en el proceso. En primer lugar, nos referiremos a los resultados que sirven para caracterizar el conocimiento del profesorado sobre los conceptos y habilidades que constituyen el CPP al comienzo del programa. Estos resultados ayudan a conocer la situación de partida del profesorado al inicio de la formación. En segundo lugar, nos referiremos a los resultados que ayudan a comprender las dificultades que encuentra el profesorado en el rediseño de su currículum para adaptarlo a la metodología ABPyP y a las ayudas que ofrece la mentoría para superar tales dificultades. En tercer lugar, nos referiremos a los resultados que muestran el tipo de respuestas y acomodaciones encontradas por el profesorado para manejar un currículum con metodología ABPyP e implementarlo.

### Discurso del profesorado sobre la gestión del currículum al comienzo del programa

La gran mayoría de las respuestas (91%) al cuestionario preliminar centra su objetivo principal en enseñar el marco de conceptos y teorías que caracterizan a la disciplina (tabla 2).

Tabla 2.  
Objetivos y dificultades del profesorado en su enseñanza (N=57)

Categorías de respuesta	Porcentaje de respuesta (N=57)
1. El objetivo principal es que el estudiante aprenda los contenidos conceptuales más importantes de la asignatura.	91%
1.1. Menciona uno o más aspectos concretos de la profesión	53%
1.2. Objetivos centrados casi exclusivamente en una visión propedéutica	71%
2. El objetivo principal se centra en las competencias (saber aplicar contenidos a un contexto profesional concreto) de la asignatura	9%
3. Las dificultades de aprendizaje se atribuyen exclusivamente a los estudiantes	94%
4. Ausencia de referencias a las ideas alternativas de los estudiantes	98%
5. Organización secuenciada de los contenidos de la asignatura de acuerdo con la lógica del marco teórico de la misma	90%
6. Diseñan escenarios y actividades para reflexionar, trabajar y aplicar procedimientos en grupo	10%

La mayoría de las respuestas (71%) presenta un marcado carácter propedéutico en la enseñanza de sus asignaturas, sobre todo en aquellas que corresponden al primer curso de grado. Así mismo, se centran principalmente en transmitir contenidos conceptuales. Un ejemplo estándar de esta categoría de respuesta sería: “La función de esta asignatura es que los estudiantes aprendan los conocimientos básicos de química general para que puedan aplicarlos en otras asignaturas y cursos”.

Estos objetivos de enseñanza son coherentes con las respuestas del profesorado acerca de cómo organizan su enseñanza (categoría 5). La inmensa mayoría de las respuestas (90%) organizan el currículum de acuerdo con la organización jerárquica de conceptos y leyes de la propia disciplina. Las respuestas muestran que para la gran mayoría del profesorado lo importante es la recepción por el estudiante del discurso ordenado y lógico del profesor. Un ejemplo estándar de este tipo de respuesta es el siguiente: “Primero explico la teoría de forma ordenada ayudado por un Power Point y algún video de demostración. Luego tengo una colección de problemas para aplicar la teoría estudiada. En el diseño de las lecciones se pone la teoría y luego la aplicación”



Alrededor de la mitad de los participantes indica finalidades relacionadas con la profesión y su forma de trabajar (53%). Por ejemplo: “Aplicaciones Geomáticas, supone una asignatura de síntesis en la que los alumnos deben adquirir criterios para analizar las variables que lleva aparejada la aplicación práctica de un proyecto geomático”.

Alrededor del 10% de las respuestas hace referencia explícita a las competencias de la asignatura y presenta como objetivo principal que los estudiantes sepan aplicar el conocimiento propio de la asignatura en un contexto profesional. Por ejemplo: “Los conocimientos que se desarrollan en la asignatura contribuyen a proporcionar al futuro profesional unas herramientas básicas de química para la resolución de problemas relacionados con el conocimiento de los materiales ambientales y a la toma de decisiones”.

Este resultado es coherente con el obtenido en la categoría 6 sobre actividades diseñadas por el profesorado para trabajar competencias. Un ejemplo de las pocas respuestas que contemplan un diseño de currículo que ofrece oportunidades de reflexión y trabajo en equipo es el siguiente: “Además de las clases magistrales realizamos análisis de problemas técnicos con una metodología más participativa. Los estudiantes trabajan en pequeños grupos, debaten sus propuestas de solución y se llegan a conclusiones”.

Es necesario resaltar que, a pesar de que una de las líneas de investigación con mayor número de trabajos y resultados en la investigación educativa son los trabajos sobre concepciones alternativas de los estudiantes, la casi totalidad de las respuestas (98%) no lo menciona como una dificultad. Así mismo, la gran mayoría de las respuestas (94%) hace responsable del fracaso en el aprendizaje a los estudiantes, a su falta de estudio o a su falta de participación. No se menciona ningún otro aspecto del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En resumen, los resultados obtenidos en el cuestionario evidencian que el profesorado que se inicia en el programa posee concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje cercanas al paradigma de transmisión verbal de los conocimientos ya elaborados, que consiste en suponer que una vez expuesto en clase el contenido, el alumnado aprende. Cuando se pregunta por las dificultades de aprendizaje, se responsabiliza casi exclusivamente a los estudiantes. No se tienen en cuenta factores intrínsecos a la metodología de enseñanza utilizada o al contexto de la clase. Esta “fotografía inicial” del profesorado participante es similar a las obtenidas en otros estudios sobre formación del profesorado en el área de ciencias (Mellado, 1998; Furió y Carnicer, 2002) y en otros trabajos sobre carencias formativas del profesorado de la Universidad española. Así, Álvarez-Rojo *et al.* (2011) en una investigación realizada en cinco universidades españolas para diagnosticar las necesidades de formación en competencias del profesorado universitario, encuentran que existen necesidades de formación en áreas tales como la planificación de la docencia, el desarrollo de la docencia y la evaluación.

### **Discurso sobre el diseño del currículo en los grupos de co-mentoría y percepción de los participantes sobre la ayuda recibida en la mentoría**

Los entregables y su discusión en el foro y en reuniones presenciales fueron los instrumentos que guiaron el trabajo de reflexión conjunto del profesorado y del mentor sobre el diseño de la enseñanza con metodología ABPyP. A partir del análisis de los entregables, de las aportaciones en el foro de debate y de las reuniones de mentoría se detectan algunas dificultades que se debatieron en todos los grupos. En el primer Entregable, la dificultad más importante es la resistencia inicial del profesorado a creer que los estudiantes puedan abordar problemas o proyectos sin haber recibido previamente “la teoría necesaria”. Por ejemplo: “Creo que una vez estudiada la teoría se pasa a plantear problemas de aplicación, pero en el Entregable se proponen actividades para plantear el problema antes de dar la teoría y no creo que sea posible”.

Otra de las dificultades que centró la mentoría fue el tener que establecer un problema estructurante que sirva para secuenciar el tema y cuya resolución se logra mediante actividades con los estudiantes. En el análisis del segundo Entregable se encuentran ejemplos de este tipo de dificultad: “Sé lo que quiero enseñar pero me cuesta ‘imaginar’ un Problema que guíe a los estudiantes a ver la necesidad de aprender nuevos conceptos y a trabajar en su resolución”.

A las dos dificultades anteriores se añade otra dificultad relacionada con la coherencia entre la estrategia diseñada, las competencias a enseñar y la evaluación del aprendizaje logrado. Por ejemplo, en una de las reuniones un participante indica: “Ya tengo el Problema estructurante y las actividades, pero ahora me encuentro con que tenía que haber pensado sobre la relación con las competencias que quiero enseñar en el tema y con los objetivos de aprendizaje que tengo que evaluar”.

El tratamiento de estas dificultades llevó a un consenso entre los participantes y mentores que se refleja en el *feedback* de los documentos entregables y que podemos resumir de la siguiente forma:

- a) El proyecto/problema propuesto permite a los estudiantes ver la necesidad de aprender nuevos conceptos, métodos y/o teorías. Así mismo, permite al profesor/a guiar al estudiante en ese proceso de aprendizaje. Por tanto, primero se crea la necesidad, y luego se diseñan las actividades para el aprendizaje. Una participante ilustra en su Entregable cómo el problema puede servir para hacer ver a sus estudiantes el interés del temario:

Les he propuesto un problema que los estudiantes podrían realmente tener que analizar profesionalmente. Es un Problema de un ingeniero que tiene que asesorar al Ayuntamiento donde trabaja sobre la ubicación de un vertedero. El análisis del problema me permitirá suscitar el interés de los estudiantes y que tengan que aprender contenidos que abarcan los conceptos de una parte de la asignatura.

- b) El diseño de actividades no sigue la secuencia transmisiva (primero informar de la teoría y luego aplicarla). Al contrario, un diseño en metodologías activas consiste en introducir un problema, cuyo análisis y resolución lleve a los estudiantes a la necesidad de aprender nuevos contenidos (teoría, procedimientos...) que, según el caso, requiere una búsqueda activa por parte del estudiante que es apoyada por la bibliografía, el/la profesor/a, Internet... La utilidad de esta estrategia como instrumento de la metodología es ilustrada por uno de los participantes en los comentarios del segundo Entregable:

Una de las mejores ideas que nos han dado es que no es necesario dar la teoría para que los estudiantes comiencen a plantearse un problema. Se puede plantear el problema con los estudiantes, ver cómo lo analizan cualitativamente y “construir” con ellos una secuencia de contenidos que estudiar para resolver el problema. Pienso que este método es más activo, que el estudiante se tiene que implicar. Espero que dé resultado en la práctica.

- c) Las actividades para desarrollar el problema deben estar bien secuenciadas entre sí y responder a los indicadores de aprendizaje. Es importante que las actividades estén bien unidas y no aparezcan como “desconectadas” entre sí y con los objetivos. Como un participante explica:

Mi preocupación es cómo guiar a mis estudiantes a que resuelvan el proyecto que he planteado. Tengo miedo de que no sepan por dónde ir y resulte un fracaso. Me ha ayudado mucho mi mentora al hacerme ver que la metodología exige pensar muy bien las preguntas que se les debe plantear a los estudiantes durante las clases de desarrollo del proyecto. Pienso que la calidad de las preguntas y el tener pensado todas (o casi todas) las posibles respuestas me pueden ayudar a dirigir a los estudiantes. Hay que pensar muy bien las actividades de desarrollo y así lo he intentado reflejar en el documento.

Las dificultades comentadas dirigieron las reflexiones con los tutores. La percepción de los participantes sobre la ayuda recibida fue recogida cualitativa y cuantitativamente en el cuestionario “Valoración de la tutoría” del que se muestran algunos ítems en la Tabla 3. Los participantes realizan sus valoraciones en una escala del 0 (“No me ha ayudado nada”) al 10 (“Me ha ayudado satisfactoriamente”).

Tabla 3.  
Resultados cuantitativos del cuestionario “Valoración de la mentoría”

Valoración de la mentoría (N=57)	Media	Desviación	Mediana
3. Valoración global de la mentoría	7,38	1,15	8
5. Valoración global de las directrices e instrumentos del programa	7,85	1,12	8
6. Me ha enriquecido el debate con el mentor	8,56	1,06	9

Las puntuaciones medias obtenidas en los ítems 3 y 6 indican una alta satisfacción con la mentoría. En otra de las preguntas del cuestionario los participantes debían indicar qué aspectos de la mentorización les habían resultado de mayor utilidad. Se menciona como aspectos positivos la buena disposición del mentor para hacer reflexionar al grupo, el saber orientar las dificultades y el aporte de sugerencias valiosas con ejemplos de otras experiencias y bibliografía.

Los materiales diseñados por cada participante fueron evaluados por un equipo de asesores del programa. Durante el proceso de diseño de materiales hubo 2 de los 57 participantes que se dieron de baja voluntariamente por diferentes razones académicas o personales. El resultado de la evaluación de los materiales fue de 52 participantes que lo realizaron satisfactoriamente y 3 participantes que fueron dados de baja porque sus materiales no ofrecían garantías de una implementación basada en metodologías ABPyP. Los 52 (91%) participantes que implementaron terminaron el programa satisfactoria o muy satisfactoriamente de acuerdo con la evaluación interna y externa de su informe final. Estos datos parecen indicar que los mentores lograron orientar la actividad de sus participantes hacia un diseño de materiales didácticos relacionados con un modelo de metodologías de ABPyP. Así mismo, el bajo índice de abandono expresa la satisfacción con que los participantes afrontaron los problemas mencionados. Una respuesta representativa de este tipo de valoraciones es la siguiente: “Se han cumplido mis expectativas hasta el momento. He descubierto en esta metodología activa una forma de trabajar que es diferente a la tradicional y que puede obtener mejores resultados de aprendizaje. He adquirido conocimientos sobre la metodología y sobre todo de cómo implementarla en el aula”.

### Discurso sobre la implementación del currículo en los grupos de co-mentoría

En este apartado nos vamos a referir a los resultados obtenidos de los informes finales de los participantes con relación a los aspectos mencionados en la segunda pregunta de investigación.

Respecto al cambio didáctico del profesorado participante al finalizar el programa, todos los profesores (52) que implementaron sus materiales cambiaron en mayor o menor medida sus concepciones iniciales. A esta conclusión se puede llegar si tenemos en cuenta los criterios utilizados en el análisis de los cambios producidos sobre diseño curricular en el informe final (tabla 4). En la tabla 4 se incluye sólo la muestra de profesores que han finalizado el programa (N=52). Así pues, los porcentajes que aparecen no tienen en cuenta los tres profesores que fueron dados de baja y que se puede considerar como un fracaso de los objetivos del programa (un fracaso del 5,5%).

Tabla 4.  
Criterios de análisis del cambio didáctico producido y resultados

Criterios para el análisis de los cambios didácticos producidos	Porcentaje de informes finales que lo mencionan (N=52)
1. Objetivo centrado en el desarrollo de las competencias de la asignatura y diseño de escenarios relacionados con la profesión	100%
2. Organización de contenidos según la secuencia lógica del problema o proyecto planteado	100%
3. Diseño de actividades que tratan de fomentar la participación de los estudiantes e incorporan el rol del profesor/a como guía del aprendizaje	100%
4. Diseño de actividades para el tratamiento de las dificultades y preconcepciones de los estudiantes	68%
5. Diseño de actividades que fomentan el trabajo en grupo	82%

Todas las propuestas finalizadas (se excluyen los tres profesores que no terminaron el programa) se han diseñado teniendo en cuenta las competencias establecidas para la asignatura, utilizando escenarios relacionados con la profesión, cuando al comienzo del programa sólo un 9% de los participantes hacía mención explícita a las competencias, y poco más de la mitad (53%) mencionaba uno o dos aspectos de la profesión (tabla 2).

Todas las propuestas finalizadas presentan como punto de partida del proceso de aprendizaje un problema o proyecto, a partir del cual se definen las necesidades de aprendizaje. Los contenidos que hay que aprender se trabajan según la secuencia que sigue el proceso de resolución del problema o la elaboración del proyecto. Al inicio del programa la organización de los contenidos de la asignatura se realizaba de acuerdo a la lógica del marco teórico de esta en el 90% de los casos.

Todos los informes finales muestran un cambio del que los profesores son plenamente conscientes: de considerar que enseñar consiste fundamentalmente en transmitir conocimiento por parte del profesor/a, se pasa a afirmar que enseñar es algo más, acercándose a posiciones que consideran al profesor como facilitador de los aprendizajes, y en el que fomentar la participación de los estudiantes se considera un aspecto fundamental a considerar a la hora de seguir una metodología que favorezca el aprendizaje. En este sentido se empieza a tener en cuenta la responsabilidad del docente en el proceso de aprendizaje (metodología, estrategias, secuencia de actividades), mientras que al comienzo el 98% de los participantes atribuía exclusivamente a los estudiantes las posibles dificultades de aprendizaje (falta de motivación, dedicación al estudio o participación). Sirva de ejemplo el comentario siguiente:

El diseño del material en forma de actividades estimula realmente la participación de los estudiantes. Al principio creía que iba a tener que explicar todo pero he visto que en muchas ocasiones sólo tengo que reformular lo que ellos ya han ido aprendiendo sobre los conceptos. Claro que mi papel es fundamental, no se trata de que aprendan solos. De todas formas tengo mucha tendencia a comentar todo y personalmente debo evitar dirigir demasiado.

Las dificultades de la implementación se reflejan asimismo en las expectativas sobre la capacidad de innovar de los participantes y sobre problemas que tradicionalmente han tenido al enseñar. Una de las participantes escribe en su informe final:

Cuando programé el 25% del programa con metodología activa, sustituyendo la docencia magistral de los temas más importantes de la materia por trabajo en equipo, no estaba nada convencida de que los resultados de esta experiencia fuesen positivos. En mi fuero interno pensaba que el primer día que los estudiantes se descolocasen o mostrasen una actitud negativa ante el planteamiento de trabajo, abandonaba esta metodología y volvía a la docencia tradicional. La realidad ha sido diferente a mis nefastas previsiones y no ha habido ocasión de abandonar la experiencia.

A diferencia del comienzo del programa donde en el cuestionario preliminar la falta de referencia hacia las ideas alternativas de los estudiantes era del 98%, en los informes finales la gran mayoría de profesores que han finalizado el programa (68%) se refieren a las ideas previas de los estudiantes. Consideran la importancia de las actividades diseñadas para tomarlas en consideración como uno de los puntos de partida al resolver el problema/proyecto.

La conveniencia de aprender trabajando en grupo se refleja también en que el 82% de los participantes propone actividades grupales, frente al 10% mencionado en el cuestionario inicial.

## Resultados globales de la implementación en el aprendizaje y actitud de los estudiantes

Respecto a la evaluación del aprendizaje logrado, los resultados en comparación con los obtenidos en los últimos años para esa misma asignatura impartida por el mismo profesor/a, son mejores en cuanto al número de estudiantes presentados (en todas las implementaciones) y en cuanto al número de aprobados (en todas menos cuatro). En los años a los que se refiere el trabajo, en la Universidad del País Vasco la gran mayoría de los nuevos grados en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, se desarrollaban en primer y segundo curso. Como el programa tiene como prioridad profesorado con docencia en asignaturas de los nuevos grados, las asignaturas contempladas son mayoritariamente de primer curso de Grado de Ciencias en Biología y Química (40%) e Ingenierías (40%). El 20% restante corresponde a asignaturas de segundo curso de Grado. Así pues los estudiantes eran de primer y segundo curso de Grados de Ciencias e Ingeniería.

En aquellos casos (alrededor del 30%) en que se contó con la colaboración de otros profesores, se han comparado los resultados obtenidos por el grupo de metodología ABPyP y los demás grupos con metodología tradicional, obteniéndose en la gran mayoría de los casos mejores resultados de acuerdo con parámetros estadísticos. Sin embargo, atribuimos a esta última comparación una significación relativa, ya que las competencias que se evaluaron, excepto los contenidos mínimos conceptuales, fueron diferentes.

Otro aspecto resaltado por la práctica totalidad de los participantes ha sido la asistencia de los estudiantes a clase, mucho mayor que en la experiencia previa con metodología tradicional, así como su alto grado de implicación en el trabajo y el alto compromiso mutuo que han alcanzado los estudiantes con su equipo de trabajo.

La actitud de los estudiantes respecto al trabajo en el aula y fuera de ella, así como el trabajo en grupo han sido dos de los aspectos más destacados de las metodologías activas por parte de los participantes. Sin embargo también se apunta que esta metodología debe trabajarse teniendo en cuenta la dedicación que conlleva tanto para el profesorado como para el alumnado. Probablemente uno de los mayores problemas es el nivel de estrés que puede generar en los estudiantes y el profesorado. En algunos casos, el/la mentor/a ha tenido que aconsejar moderación en las actividades y gestionar con habilidad posibles protestas de los estudiantes. En las clases, algunos estudiantes no se mostraron conformes con la obligación de trabajar a diario, y al inicio de la implementación fueron reticentes a ello. Sin embargo, al final del proceso solo en dos clases los estudiantes no estarían dispuestos a repetir la experiencia porque con esta metodología hay que trabajar más que con la tradicional. En todas las implementaciones los estudiantes reconocieron que con esta forma de trabajar se aprende más, en comparación con metodologías más tradicionales o habituales.

Respecto de la ayuda proporcionada por el mentor en la fase de implementación, los resultados son coherentes con los obtenidos en la fase de diseño. Más del 75% de los participantes indica explícitamente que está muy satisfecho (50%) o satisfecho (28%) con la co-mentoría. Así mismo, el 70% indica explícitamente que en el siguiente curso volverá a repetir la experiencia y comenta los cambios de mejora que realizará. El otro 30% no hace comentarios explícitos, aunque la mitad indica las mejo-

ras que introducirían para futuros cursos. El interés y la satisfacción de los participantes en el programa también vienen reflejados en que más del 40% de los participantes ha comunicado su trabajo en congresos y jornadas nacionales e internacionales.

## IMPLICACIONES PARA LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Se comprende que los profesores con conocimiento y experiencia en metodologías activas puedan aconsejar adecuadamente a profesores noveles en dichas metodologías (Strong y Baron, 2004). Lo que no se conoce suficientemente es cómo diseñar programas de tutoría para la formación del profesorado universitario, que consigan una mejora efectiva de la gestión del currículo y en la implementación metodologías activas. Este trabajo considera la Tutoría Educativa implementada en un programa basado en el CPP, un instrumento válido para mediar entre el pensamiento del profesorado y el cambio didáctico. Las diferentes fases del programa y su mentorización pueden constituir instrumentos que faciliten esta mediación.

Respecto a la generalización de los resultados de este trabajo, es necesario tener en cuenta que todos los profesores participan voluntariamente y que sólo se ha implementado durante dos años con un número limitado de profesores y en una sola universidad.

Los datos aportados por los participantes en las discusiones con los mentores evidencian que el cambio en las estrategias de enseñanza y su reflejo en los materiales del programa es una tarea ardua y de difícil consecución, ya que la tendencia general es a reproducir los modos de enseñanza practicados previamente. Por ejemplo, aunque se conseguía con relativa facilidad que los docentes diseñaran un problema, proyecto o caso que comprendiera uno o varios temas, a continuación la tendencia mayoritaria era diseñar clases expositivas para explicar la necesaria teoría para resolver dicha situación. No se adoptaban estrategias que fomentaran el aprendizaje auto-dirigido o autónomo de los estudiantes tales como búsqueda bibliográfica, discusiones de grupo para analizar posibles soluciones, retroalimentación y aclaración de dudas en el proceso de resolución, etc... En las conversaciones con los mentores se manifiesta la inseguridad del profesorado para proponer estrategias de enseñanza activa. Esta inseguridad hace difícil que el profesorado reformule su programa de contenidos para adaptarlo a las competencias de la asignatura. Existe una brecha importante entre las competencias de la asignatura que aparecen en la titulación y las estrategias para conseguirlas que el profesorado se considera capaz de aplicar. Sin embargo, como hemos visto en la sección de resultados, la reflexión colectiva de un grupo de co-mentoría hace que las dificultades se vayan traduciendo en un cambio de la epistemología docente. En esta línea cabe insistir en la ventaja que supone que los mentores y participantes sean de áreas afines, ya que son capaces de ayudar en contenidos concretos y están más familiarizados con los problemas conceptuales que suelen surgir.

El presente programa de formación nos lleva a comprender que el cambio de epistemología docente es un proceso continuo y duradero en el tiempo, en el que construir elementos del CPP es esencial para el desarrollo profesional docente. Esto implica que habrá que tener en cuenta programas de formación del profesorado que lo tutoricen tanto en el diseño de propuestas en metodologías activas como en su implementación en el aula.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a los profesores que han tomado parte en el programa por su entusiasmo y colaboración activa, así como al profesor Luis Branda de la Universidad de Girona por su valioso asesoramiento. Así mismo, agradecemos a la Vicerrectora de Calidad e Innovación Docente de la UPV-EHU Itziar Alkorta y a la directora del Servicio de Asesoramiento Educativo Idoia Fernández su apoyo y ayuda.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANDA L.A. (2008). El aprendizaje basado en problemas. El resplandor tan brillante de otros tiempos. En U.F. Araújo y G. Sastre (eds.). *El aprendizaje basado en problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Barcelona: Gedisa, pp. 1746.
- BRADBURY L.U. (2010). Educative Mentoring: Promoting reform-based science teaching through mentoring relationships. *Science Education* 94, pp. 1049-1071.  
<http://dx.doi.org/10.1002/sce.20393>
- BRYAN, L.A. y ABELL, S.K. (1999). The development of professional knowledge in learning to teach science. *Journal of Research in Science Teaching* 36, pp. 121-139.  
[http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199902\)36:2<121::AID-TEA2>3.0.CO;2-U](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199902)36:2<121::AID-TEA2>3.0.CO;2-U)
- BRYAN L.A. y ATWATER, M.M. (2002). Teacher beliefs and cultural models: A challenge for science teacher preparation programs. *Science Education* 86, pp. 821-839.  
<http://dx.doi.org/10.1002/sce.10043>
- CAMPANARIO, J.M. (2003). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 21(2), pp. 319-328.
- COHEN, L., MANION, L. y MORRISON K. (2007). *Research methods in education* (sixth edition). London: Routledge. Taylor and Francis Group.
- DUCH, B.J., GROH, S.E. y ALLEN, D.E. (2001). *The Power of Problem Based Learning*. Stylus
- FEIMAN-NEMSER, S. (1998). Teachers as teachers educators. *European Journal of Teacher Education*, 21(1), pp. 63-74.  
<http://dx.doi.org/10.1080/0261976980210107>
- FEIMAN-NEMSER, S. (2001). Helping novices learn to teach: Lessons from an exemplary support teacher. *Journal of Teacher Education*, 52(1), pp. 17-30.  
<http://dx.doi.org/10.1177/0022487101052001003>
- FERNÁNDEZ, I., GIL, D., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A. y PRAIA, J., (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias* 20 (3), pp. 477-488.
- FURIO C. y CARNICER, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativo. Estudio de ocho casos, *Enseñanza de las Ciencias* 20(1), pp. 47-73.
- GLASER R. (1991). The Maturing of the relationship between the science of learning and cognition and educational practice, *Learning and Instruction*, 1, pp. 129-144.  
[http://dx.doi.org/10.1016/0959-4752\(91\)90023-2](http://dx.doi.org/10.1016/0959-4752(91)90023-2)
- GUISASOLA J. y MORENTIN, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 6(3), pp. 246-262.
- JOHNSON, D.W., JOHNSON, R.T. y SMITH, K.A. (2000). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Interaction Book, Edina, MN.
- KOLMOS, A. (2004). Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos, *Educación* 33, pp. 77-96.
- KUIPER, T., MEIJER, A y MOUST, J. (2011). Innovation in Public Health Teaching: The Maastricht Experience. *Public Health Reviews*, 33(1), pp. 300-314
- MELLADO, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82, pp. 197-214.  
[http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199804\)82:2<197::AID-SCE5>3.0.CO;2-9](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199804)82:2<197::AID-SCE5>3.0.CO;2-9)
- MELLADO, V. (1998). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. En B.J. Fraser y K. Tobin (eds.). *International Handbook of science education*. Dordrech: Kluwer.  
[http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-4940-2\\_64](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-4940-2_64)

- MELLADO, V. (1999). La formación didáctica del profesorado universitario de ciencias experimentales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* 34, pp. 231-241.
- MELLADO, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* 40, 17-30.
- MUNBY, H. y RUSSELL, H. (1998). Epistemology and context in research on learning to teach science. In B.J. Fraser and K. Tobin (eds.). *International Handbook of science education*, vol. II. Dordrech: Kluwer, pp. 643-665.
- NORMAN, P.J. y FEIMAN-NEMSER, S. (2005). Mind activity in teaching and mentoring. *Teaching and Teacher Education*, 21(6), pp. 679-697.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2005.05.006>
- PORLAN, R., MARTÍN DEL POZO, R., RIBERO, A., HARRES, J., AZCÁRATE, P. y PIZZATO M. (2010) El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias* 28(1), pp. 31-46.
- PORLAN, R., AZCÁRATE, P., MARTÍN DEL POZO, R., MARTÍN TOSCAZO, J. y RIVERO, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, pp. 23-28.
- PORLAN, R. y MARTÍN DEL POZO R. (2004). The conceptions of in-service and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science *Journal of Science Teacher Education* 15, pp. 39-62.  
<http://dx.doi.org/10.1023/B:JSTE.0000031462.40615.56>
- SCHÖN, D.A., (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Paidós: Madrid.
- SHULMAN, L.S. (1986). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. En M.C. Wittrock (ed.). *Third Handbook of research on teaching*. New York: Macmillan.
- STENHOUSE, L. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.
- STRONG, M. y BARON, W. (2004). An análisis of mentoring conversations with beginning teachers: Suggestions and responses. *Teaching and Teacher Education* 20(1), pp. 47-57.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2003.09.005>
- WALLACE, C.S. y KANG, N (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: an examination of competing belief sets. *Journal of Research Science Teaching* 41(9), pp. 936-960.  
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20032>



---

# Faculty development project for Science, Mathematics and Technology teachers on Problem and Project Based Learning methodologies

Mikel Garmendia

Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería. Universidad del País Vasco UPV/EHU

mikel.garmendia@ehu.es

José Ignacio Barragués

joseignacio.barragues@ehu.es

Departamento de Matemática Aplicada. Universidad del País Vasco UPV/EHU

Kristina Zuza, Jenaro Guisasola

Departamento de Física Aplicada I. Universidad del País Vasco UPV/EHU

kristina.zuza@ehu.es, jenaro.guisasola@ehu.es

In this work we are presenting the design and implementation of the UPV/EHU ERAGIN programme, training faculty on active teaching methodologies. It presents the programme's theoretical bases, the training design, the difficulties encountered and any questions that we might raise with an eye to the future. In this article we refer exclusively to teachers in the Experimental Sciences, Mathematics and Technology areas that have used teaching strategies founded on Problem and Project Based Learning (P&PBL)

The research questions guiding this work are:

1. What should a training programme feature to challenge teachers' prior conceptions of teaching and really affect how they teach?
2. What difficulties and changes do teaching staff undergo when they manage their curriculum using P&PBL methodologies?

Long-term group co-mentoring was chosen as a way of supporting the teacher both in designing an active proposal and implementing it in the classroom.

During co-mentoring, the major difficulty lay in teachers' initial resistance to believe that students could tackle problems or projects without having previously received "the necessary theory".

The 52 participants implementing proposals (91% of initial group) finished the programme satisfactorily or very satisfactorily according to the internal and external assessment on their final report.

All finalised proposals were designed taking into account the skills set for the subject, using scenarios related to the profession, when at the start of the programme only 9% of participants explicitly mentioned skills and a little over half (53%) mentioned one or two aspects of the profession.

All the finalised proposals present a problem or project as the learning process starting point from which the learning needs were defined. The contents to be learnt are sequenced following the problem-solving or project-construction process. At the start of the programme, subject content was organised in accordance with the logic of its theoretical framework in 90% of cases.

All final reports demonstrate a change of which the teachers are fully aware: they leave behind the assumption that teaching consists fundamentally of transmitting knowledge from the teacher, to state that teaching is something more, approaching positions that regard the teacher as a learning facilitator, where encouraging student participation is considered to be a fundamental aspect to be taken into account when following a methodology that boosts learning. In this respect, the teacher's responsibility in the learning process (methodology, strategies, activity sequence) starts to gain importance whilst at the start 98% of participants attributed any possible learning difficulties exclusively to students (lack of motivation, dedication to studies or participation).

As opposed to the start of the programme when 98% failed to mention students' alternative ideas in the preliminary questionnaire, in the final reports the vast majority of teachers finishing the programme (68%) referred to students' previous ideas.

The advantage of learning to work as a group is also reflected in the fact that 82% of participants propose group activities, compared to the 10% mentioned in the initial questionnaire.

Regarding assessment on the learning achieved, in comparison to the last few years for this same subject given by the same teacher, the results are better in terms of number of students presented (in all implementations) and regarding the number who passed (in all but four).

This training programme leads us to understand that change in teaching epistemology is a continuous and long-lasting process, where it is essential to build up elements of Professional Practical Knowledge for professional teaching development. This implies that faculty mentoring training programmes will have to be taken into account both when designing proposals for active methodologies and when implementing them in the classroom.