

# Enseñanza-aprendizaje en Visión por Computador: un enfoque motivador hacia el futuro profesional

María Guijarro Mata-García	Gonzalo Pajares Martinsanz	P. Javier Herrera Caro	Jesús M. de la Cruz García
Dpt. Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial	Dpt. Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial	Dpt. Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial	Dpt. Arquitectura de Computadores y Automática
Facultad de Informática	Facultad de Informática	Facultad de Informática	Facultad de Informática
Universidad Complutense	Universidad Complutense	Universidad Complutense	Universidad Complutense
28040 Madrid	28040 Madrid	28040 Madrid	28040 Madrid
mguijarro@fdi.ucm.es	pajares@fdi.ucm.es	pjherrera@pdi.ucm.es	jmcruz@fis.ucm.es

## Resumen

En este trabajo se exponen los diferentes enfoques didácticos aplicados en relación al proceso enseñanza-aprendizaje en educación superior cuyo eje central gira en torno a la materia Tratamiento de imágenes y Visión por Computador, estructurándose según dos itinerarios: grado y postgrado. Alrededor de esta materia se han planteado una serie de actividades en base al interés del alumno y orientados hacia su futuro profesional, con la participación y colaboración activa de diversas instituciones, organismos de investigación y empresas del sector productivo. El alumno acaba relacionando los contenidos formativos con aplicaciones prácticas reales, incluyendo actividades y desarrollos del mundo profesional. De esta manera se ha proporcionado una perspectiva de aproximación entre el mundo universitario y profesional, que sin duda ha contribuido a dotar a los contenidos de una utilidad realista.

## Summary

In this paper we describe the different teaching approaches applied in relation to the teaching-learning process in higher education whose central axis is structured around image processing and computer vision, structured along two approaches: grade and postgrade. Around this area have been raised a number of activities based on student interest and oriented to his professional future, with the active participation and collaboration of various institutions, research organizations and production companies. The student finish relating

learning contents to real practical applications, including activities and developments from the professional world. This has provided a perspective of approximation between the academic and professional world, which has undoubtedly helped to give the contents of a realistic value.

## Palabras clave

Enseñanza-aprendizaje, aprendizaje activo, pbl, visión, aprendizaje colaborativo

## 1. Motivación

Hoy en día, los docentes, nos enfrentamos a una palpable evidencia, como es la acusada desmotivación de los alumnos y la consecuente disminución de su rendimiento académico, tanto en la formación pre-universitaria como universitaria, viéndose reflejada dicha carencia en su futuro profesional. Esta tendencia permite plantearnos si las metodologías de enseñanza-aprendizaje tradicionales, que en otros momentos han dado buenos resultados, son actualmente apropiadas para afrontar dicha problemática. Quizás el auge tecnológico esté en el punto de mira del proceso, ya que en la actualidad los alumnos disponen de abundantes recursos tecnológicos, sintiéndose muy cómodos con su uso, pues participan en su vida cotidiana de comunicación y ocio. Por otra parte, suele ser frecuente la pregunta ¿esto para qué sirve?, suscitada quizás por la falta de horizonte claro respecto de los contenidos que se pretenden transmitir. En este trabajo planteamos un modelo educativo orientado a alumnos universitarios, en

el que el aprovechamiento de los recursos tecnológicos junto con la perspectiva de utilidad otorgada a la materia, gracias a la colaboración institucional y de empresas trata de incrementar el interés en el proceso enseñanza-aprendizaje, mejorando considerablemente el rendimiento. El proceso global se plantea desde una aproximación de aprendizaje colaborativo basado en problemas reales [3], con el horizonte de la utilidad de los aprendizajes en el mundo laboral gracias al apoyo institucional y de las empresas, que consiguen la suficiente motivación del alumno y su positiva predisposición al aprendizaje. El paradigma pedagógico planteado se fundamenta en las teorías sobre el constructivismo y el aprendizaje activo de Piaget [5], el socio-constructivismo de Vygotsky [7] y las teorías del aprendizaje en situación de Lave y Wenger [2].

Los manuales pedagógicos presentan el proceso enseñanza-aprendizaje desde dos puntos de vista bien diferenciados: colectivo e individualizado. Desde el punto de vista colectivo, todos los alumnos reciben y realizan el mismo tipo de procesos de enseñanza y aprendizaje, mientras que desde el individual los procesos son específicos para cada alumno. El Espacio de Educación Superior (EEES) incide de forma importante en este último.

Pues bien, bajo el planteamiento de la investigación desarrollada, se ofrecen a los alumnos una serie de actividades con propuestas diferenciales, que tienen como finalidad reforzar el aprendizaje individualizado a la vez que se simultáneamente también se muestran perspectivas de futuro profesional.

Este trabajo se diseña de forma que el alumno al estudiar los contenidos ve su aplicación práctica, relacionándolos con las posibles salidas profesionales que conllevan. Simultáneamente se ofrece una doble orientación de futuro profesional en dos ámbitos concretos: industria e investigación. Se cuenta con la colaboración externa de dos tipos de instituciones con los que se viene trabajando desde hace varios años, en concreto: dos Centros de Investigación y dos Empresas Tecnológicas. Los Centros de Investigación son: a) el Centro de Automática y Robótica (CAR) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas a través del Grupo de Percepción Artificial [9]; b) el Centro de Investigación Forestal (CIFOR) del Instituto de

Investigación Agraria y Alimentaria (INIA) [10]; c) el Centro de Domótica Integral (DeDint) [11]. Las empresas son: a) TCP Sistemas e Ingeniería [12] y b) Digital Image Pro (DIMAP) [13].

Como se ha mencionado previamente, el presente trabajo se centra en una materia específica, cual es la Percepción Computacional (PC) desde un doble punto de vista: el Tratamiento de Imágenes y la Visión por Computador. Estas dos materias se ofertan respectivamente en los actuales estudios de Ingeniería Superior (futuro Grado, término al que nos referiremos de aquí en adelante) y en el Master de Posgrado dentro de los estudios oficiales de Informática.

Un alumno en el nivel de Grado dispone de tres itinerarios posibles: la salida exclusiva hacia el mundo empresarial, la salida hacia el mundo empresarial con perspectivas de realización de estudios de Posgrado o la salida hacia la investigación, cuya continuación ha de ser necesariamente el Posgrado.

Por otra parte, al finalizar los estudios de Posgrado existen otros dos nuevos itinerarios: uno en el que el alumno opta por una salida exclusivamente empresarial o un segundo en el que el alumno opta claramente por la investigación con la incorporación al programa de doctorado para la realización de su Tesis Doctoral.

En este artículo se presentan, junto con la descripción del experimento, los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha en relación con los objetivos anteriores. La estructura del artículo es la siguiente. La sección 2 realiza una descripción completa sobre la metodología en relación al escenario planteado. Se introducen las asignaturas que han participado en la experiencia, así como las instituciones participantes. En la sección 3 se plantean los objetivos relativos a la experiencia. En la sección 4 se revisa la evaluación de resultados, describiendo primeramente los recursos con los que se ha contado, así como las tareas que han surgido, para finalmente mostrar los resultados obtenidos. La sección 5 se dedica al análisis de la utilidad práctica de este trabajo bajo la perspectiva tanto del alumno como del profesor. Finalmente en la sección 6 se discuten algunas conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. Metodología

La estructura de este trabajo mantiene las dos vertientes del proceso enseñanza-aprendizaje: global e individual. Se ha diseñado de forma que el alumno al estudiar los contenidos ve su aplicación práctica, relacionándolos con las posibles salidas profesionales que conllevan. Se ofrece una doble orientación de futuro: industria e investigación.

Las colaboraciones pasadas y futuras con las instituciones con las que trabajamos tienen en común el hecho de que en todos los proyectos, el Tratamiento de Imágenes y la Visión por Computador constituyen una parte esencial de los mismos. Por ello, la experiencia innovadora docente que se plantea se centra en dichas materias curriculares. Así, se proporciona a los alumnos una visión de futuro profesional tanto hacia la investigación como hacia la industria.

### 2.1. Contextualización de las asignaturas

Los estudios y materias sobre los que se han desarrollado los trabajos experimentales del nuevo modelo educativo han sido:

- Master oficial de investigación en Informática: Percepción Visual Artificial (PVA) y Proyecto Fin de Master (PFM)
- Master oficial en Ingeniería de Sistemas y de Control: Visión por Computador (VPC), conjuntamente con la UNED.
- Ingeniería Informática: Tratamiento de Imágenes Digitales (TAID) y Sistemas Informáticos (SI)
- Título Propio UCM: Experto Universitario en Tratamiento y Aplicaciones de Imágenes digitales y Visión por Computador (ETVC)
- Becas colaboración del Ministerio de Educación (BCME)

Las materias PVA y TAID se han sometido a evaluación voluntaria en el curso 2009/10 en el programa DOCENTIA [14] habiendo sido de las mejor evaluadas en esta universidad y recomendadas para su inclusión en un proyecto de innovación docente en la UNED por recomendación del propio Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia de la Universidad Complutense.

Aunque la Visión por Computador constituye la materia central de la experiencia, existe una

relación interdisciplinaria con otras materias encuadradas en diferentes planes de estudio:

- Másteres oficiales de investigación en Informática y de Ingeniería de Sistemas y Control en la UNED: Optimización en Control de Procesos (OCP), Control Inteligente (CIN), Sistemas Bioinspirados (SIB) y Proyecto Fin de Master (PFM).
- Máster oficial en Físicas UCM: Modelado y Simulación (MyS)
- Ingeniería Informática UCM: Modelado y Simulación de Sistemas (MSS), Arquitectura de Computadores (ARC), Inteligencia Artificial Aplicada al Control (IAC)
- Grado Gestión Empresarial y Tecnología Informática: Programación Orientada a Objetos (POO), Laboratorio de Programación de Sistemas (LPS).

En la Figura 1 se muestra la relación entre instituciones y materias según las opciones de salida: industrial y profesional. En la parte central aparecen las materias que constituyen el núcleo en torno a la Visión por Computador (PVA y TAID).



Figura 1. Relación entre materias principales y secundarias: salidas profesionales

## 3. Objetivos del proyecto

Los objetivos que se plantean bajo la aplicación de esta nueva metodología están todos encaminados a motivar al alumno en relación a su

proceso enseñanza-aprendizaje, y también a adquirir por parte del profesorado buena práctica en lo que respecta a la transmisión del conocimiento en contacto con la realidad del mercado laboral tanto desde el punto de vista de la investigación como desde la perspectiva industrial. Dentro de estos objetivos se encuentra el aprovechar la experiencia realizada con los alumnos en años anteriores, valorando los resultados y optimizando los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de los guiones de prácticas ya elaborados. Un segundo objetivo consiste en aprovechar hasta donde sea posible los recursos tanto materiales como humanos, puestos por las instituciones participantes en el proyecto, para facilitar la tarea de aprendizaje. Un tercer objetivo de importancia consiste en aprovechar la experiencia profesional proveniente tanto por parte del profesorado involucrado como de los profesionales pertenecientes a las mencionadas instituciones con el fin de orientar al alumno en relación a las posibles salidas profesionales, propiciando una visión de futuro a la vez que se les proporcionan determinadas pautas para su inserción en el mundo laboral. Para esto se aplican las técnicas de aprendizaje basado en problemas, PBL, puesto que el contacto con la realidad de problemas y ejercicios permite al alumno aprender a entender y a enfocar las futuras situaciones a las que se va a enfrentar. Para ello se proporcionan al alumno pautas de trabajo en relación a las actividades relacionadas con los proyectos en las empresas e instituciones, situándole muy cerca de la realidad profesional. La finalidad es la consecución del interés motivacional individual por medio de las actividades programadas, así como por el diseño de prácticas adaptadas a los intereses individuales.

Tanto las charlas como las prácticas han sido adaptadas según el temario de cada asignatura, relacionando así, los conceptos teóricos con su aplicación práctica, bien sea en la empresa o en centros de investigación. Con esta metodología se consigue el objetivo fundamental de despertar el interés por parte del alumnado.

Con carácter específico, los objetivos que se plantean se concretan en los que se mencionan a continuación, distinguiendo entre los orientados puramente hacia la investigación, cuya motivación viene impuesta por los proyectos en colaboración con CAR y CIFOR y aquellos otros cuya

orientación tiene un marcado carácter industrial propiciado por la colaboración con TCP y DIMAP. Por tanto, en lo que sigue se distinguen entre objetivos de investigación e industriales, identificados con la nomenclatura INV e IND respectivamente, seguidos de un indicador numérico.

A nivel de investigación se centran en:

INV-1: consiste en adaptar las prácticas obligatorias y las opcionales propuestas en las asignaturas orientándolas a los métodos y técnicas previstas en los proyectos de investigación con CAR y CIFOR. Este objetivo está orientado específicamente hacia las materias PVA, VPC, PFM y ETVC.

INV-2: se propicia la participación de los alumnos en las reuniones de seguimiento de los proyectos con CAR y CIFOR, exclusivamente para PFM en los que el tema seleccionado constituye el objeto de la reunión.

INV-3: se organizan conferencias y charlas sobre un tema de investigación, que se imparten por investigadores de CAR y CIFOR. Orientadas principalmente hacia las asignaturas de los Másteres y PFM, si bien incentivando y propiciando la participación del resto de alumnos en las demás asignaturas involucradas en la experiencia así como la libre asistencia, que se ofrece al conjunto de la comunidad universitaria.

INV-4: se organizan charlas-coloquio sobre las salidas profesionales en investigación, impartidas por antiguos alumnos, ahora trabajando como investigadores en CAR. Abiertas a toda la comunidad universitaria.

INV-5: se programan visitas a las instalaciones y los sistemas bajo investigación en el CAR.

A nivel de la industria se distinguen:

IND-1: se adaptan las prácticas obligatorias y opcionales de las asignaturas y se proponen otras nuevas en relación a los métodos y técnicas previstas en los proyectos con TCP. Este objetivo está orientado específicamente hacia las materias TAID, SI, ETVC y BCME.

IND-2: se propicia la participación de los alumnos en las reuniones técnicas de seguimiento de los proyectos con TCP, exclusivamente para alumnos de SI y BCME que se encuentren trabajando en los temas objeto de la reunión.

IND-3: se organizan charlas-coloquio sobre las tecnologías desarrolladas en TCP en relación a

los proyectos mencionados, incidiendo en los métodos de trabajo y las relaciones con empresas del sector a nivel internacional. Orientado a todos los alumnos y a la comunidad universitaria con especial hincapié para los alumnos de TAID, SI y BCME.

IND-4: se organizan charlas-coloquio sobre las perspectivas profesionales, actividades desarrolladas o búsqueda de financiación en DIMAP. Abiertas a toda la comunidad universitaria.

IND-5: se programan visitas a las instalaciones y se facilitan demostraciones de sistemas propios de DIMAP. Orientadas a alumnos principalmente de TAID, SI y BCME debido a las limitaciones de espacio.

#### 4. Evaluación de resultados

En esta sección, en primer lugar se enumeran los recursos materiales con los que se han contado para el desarrollo de las actividades. Seguidamente, se describe la metodología seguida junto con el plan de trabajo, basada en las tareas derivadas de los objetivos.

##### 4.1. Recursos disponibles.

La relación entre las materias y los responsables de las mismas es la que se muestra a continuación, distinguiendo entre el grupo de materias que constituyen el núcleo que se presenta, denominado grupo principal y las que orbitan en torno a ellas, que se identifican como grupo secundario. Las siglas que identifican a los responsables de las materias no tienen mayor finalidad que la mera asignación de materias con los miembros del equipo docente involucrado en el proyecto.

##### Grupo principal:

GP es el coordinador responsable de las materias que constituyen el núcleo del mismo, desarrollando actividades docentes en PVA, TAID, SI, VPC, ETVC y BCME. En ETVC participan todos los miembros solicitantes. A este grupo pertenecen los PFM en el que participan todos los miembros del equipo. SI se coordina entre dos grupos de alumnos y se diseña según los proyectos de navegación autónoma de robots.

##### Grupo secundario:

- JC es responsable directo de OCP.

- MS es responsable de CIN, SIB y MyS, compartiendo con PH las materias MSS e IAC.
- JR es responsable de las materias ARC y SI.
- MG es responsable de las materias POO y LPS.

Se cuenta con los recursos propios de las Facultades de Físicas e Informática donde se desarrollan las actividades relacionadas con dichas materias: Aulas, Laboratorios, Sala de Grados para conferencias, Sala de Reuniones para seguimiento de proyectos con empresas.

Se utilizan los recursos disponibles y adquiridos bajo la cobertura de los proyectos de investigación, destacando: equipos de visión artificial dotados con las respectivas cámaras, computadores y programas informáticos, Figura 2.

Se cuenta con los recursos que las empresas y centros de investigación ponen a disposición en las visitas programadas, incluyendo espacios y personal técnico-científico que explica el funcionamiento de los equipos y los métodos de desarrollo.



Figura 2: Equipamiento en Laboratorio

##### 4.2. Tareas: plan de trabajo

La planificación temporal de tareas se establece en función de la duración de un curso académico, especificando en cada una de ellas la duración temporal de la misma en relación al curso académico 2009/2010.

*Tarea 1:* Exposición a los alumnos de los programas de las materias pertenecientes al grupo principal, así como las relaciones interdisciplinarias entre éstas y las pertenecientes al grupo secundario. Esta tarea se lleva a cabo en todas las materias involucradas en el proyecto.

Duración: 4 a 8 de Octubre

Responsables: GP

*Tarea 2:* Exposición a los alumnos de los programas de las materias pertenecientes al grupo secundario, así como las relaciones interdisciplinarias entre éstas y las del grupo principal.

Duración: 4 a 8 de Octubre

Responsables: JC, JR, MS, MG, PH

*Tarea 3:* Presentación de los proyectos de investigación desarrollados y la relación de las tareas a desarrollar en ellos con las materias del grupo principal.

Duración: 11 a 22 de Octubre

Responsables: GP, MG, PH

*Tarea 4:* Realización de un sondeo por escrito al finalizar las exposiciones anteriores sobre el contenido de lo expuesto y el grado de interés de los alumnos.

Duración: 11 a 22 de Octubre

Responsables: GP, MG, PH

*Tarea 5:* Adaptación de las prácticas obligatorias desarrolladas para este proyecto en función de la mayoría de intereses detectados en los alumnos relativo a las siguientes materias del grupo principal: PVA, VPC, TAID y ETVC. Esta tarea se inicia al finalizar las anteriores y se prolonga hasta completar el conjunto previsto para el curso.

Duración: 25 Octubre hasta 26 de Noviembre

Responsables: GP, MG, PH

*Tarea 6:* Definición de los trabajos a desarrollar por los alumnos que han elegido PFM en relación a los proyectos conocidos y los intereses individuales, teniendo en cuenta su relación interdisciplinar con las materias del grupo secundario.

Duración: 25 Octubre hasta 5 de Noviembre

Responsables: GP, JR, JC, MS, MG, PH

*Tarea 7:* Definición de los proyectos de SI en conjunto con los grupos asignados. Esta tarea se realiza de forma individualizada a nivel de tutorías.

Duración: 4 a 8 Octubre

Responsables: GP, JR

*Tarea 8:* Definición y diseño de las prácticas personalizadas, es decir, las que opcionalmente elegirán los alumnos como complemento a las obligatorias. Esta tarea contempla la relación interdisciplinar entre las materias PVA, VPC, TAID y ETVC del grupo principal que son las

destinatarias directas y las materias del Grupo secundario. Se fomentará la realización de prácticas en grupos con el fin de proporcionar pautas de trabajo en grupo tal y como es habitual en empresas y centros de investigación, facilitando así la inserción profesional.

Duración: 29 Noviembre a 10 Diciembre.

Responsables: GP, MG, PH

*Tarea 9:* Definición de los trabajos a desarrollar en BCME mediante la orientación tutorizada directa.

Duración: 1 a 5 Noviembre (su ejecución comenzó en Enero).

Responsables: GP, MG, PH

*Tarea 10:* Ejecución de las prácticas y trabajos en función de la planificación de las diferentes materias involucradas, dependiendo de su carácter cuatrimestral o anual.

Duración: todo el curso.

Responsables: GP, PH

*Tarea 11:* Participación en las charlas, coloquios o conferencias impartidas por los profesionales de las empresas o centros de investigación involucrados en los proyectos anteriormente mencionados.

Duración: según programación en el periodo de ejecución de las materias.

*Tarea 12:* Participación en reuniones de seguimiento de los proyectos, se hará de forma limitada en cuanto al número de alumnos y en función de sus opciones elegidas. Sujetas a las cláusulas de confidencialidad de las empresas.

Duración: según planificación de proyectos.

*Tarea 13:* Realización de visitas guiadas, según el siguiente plan: a) laboratorio en Físicas; b) laboratorios de robots del centro CAR en Arganda del Rey; c) CeDint para tomar contacto con las instalaciones de Realidad Virtual; d) instalaciones del CIFOR-INIA; e) DIMAP para conocer un simulador de visión 3D.

La responsabilidad de las tareas 11 a 13 recae en todos los miembros del grupo.

Formando parte de la metodología, conviene resaltar que al inicio del curso se exponen los objetivos globales, que en cada tema se definen los objetivos específicos y las tareas a realizar fijando el plazo de entrega de las mismas, y que la evaluación de los trabajos será continua procurando así la motivación del alumno.

## 5. Utilidad Práctica

La utilidad práctica se centra en el proceso enseñanza-aprendizaje dentro del EEES tanto desde el punto de vista del alumno como del profesor, poniendo el énfasis en la motivación del alumno y el trabajo y esfuerzo individualizado.

### 5.1. Perspectiva del alumno

El alumno relaciona los contenidos formativos con aplicaciones prácticas reales, que le proporcionan un grado de satisfacción por la utilidad de los contenidos [6], bajo una toma de contacto con el mundo laboral en dos de sus vertientes: empresa e investigación.

Adquieren hábitos de trabajo individual y en equipo como preparación a su futura incorporación al mundo profesional, donde asumen pautas importantes para desarrollar sus tareas de forma autónoma a la vez que son capaces de colaborar e integrar sus desarrollos en los equipos de trabajo.

Se proporciona una perspectiva de aproximación entre el mundo universitario y profesional, dotando a los contenidos de una utilidad real y se orienta al alumno en su futura inserción en el mundo laboral.

### 5.2. Perspectiva del profesor

El profesor debe realizar un estudio entre las posibilidades que ofrecen los métodos de trabajo tradicionales dentro del proceso de enseñanza y la incorporación de nuevas metodologías que traspasan los límites del aula. De esta manera se facilita la toma de contacto con la realidad empresarial o de investigación, permitiéndole trasladar al grupo de alumnos los contenidos derivados de la experiencia profesional en el mundo empresarial e investigador.

El profesor permite la adaptación de ciertos contenidos según las necesidades empresariales y de investigación, e inversamente, posibilita y orienta a los centros involucrados sobre las posibilidades de aplicación de nuevas tecnologías. Posibilita la tan ansiada transferencia tecnológica Universidad-Empresa-Investigación.

Se facilita la interdisciplinariedad de materias y la colaboración inter-departamental e incluso inter-centros.

En el grupo participan dos miembros recientemente doctorados (MG, PH), que

proceden de las disciplinas hacia las que se orienta el proyecto, que les permite completar su formación y ofrecen una garantía de “proximidad” a los alumnos. La participación de recién posgraduados supone un elemento fuertemente motivador hacia el alumno en cuanto que ve la proximidad de su situación con respecto a personas muy cercanas en el tiempo.

A su vez, la experiencia de haber involucrado al alumno en el mundo tanto empresarial como investigador ofrece al profesor un punto de vista diferente al originado por las enseñanzas clásicas de esta materia. Se puede evaluar el grado de satisfacción por parte del alumnado en las encuestas realizadas al final del curso académico, donde las puntuaciones ofrecidas a los profesores responsables así como a la propia asignatura han sido satisfactorias. La mayor parte de los alumnos agradece la involucración en el mundo empresarial, al ser ese el camino que posteriormente eligen, y resultado de esta experiencia la contratación de alumnos en nuevos proyectos bajo esta temática.

## 6. Conclusiones y trabajo futuro

Este modelo se ha aplicado previamente en los cursos académicos 2008/09 y 2009/10, estando actualmente en el tercero donde las estadísticas respecto de la matriculación han resultado ser: en TAID, al tratarse de un seminario con laboratorio, el número máximo de alumnos previsto es de 40, habiendo conseguido esta cifra en los primeros días de matrícula, siendo la primera asignatura cerrada por llegar a dicho cupo. En PVA se ha batido récord de matrícula con 25 alumnos en 2009/10 y 21 alumnos en 2010/11, siendo también una de las asignaturas más demandadas en el Master. En PFM se han presentado 7 trabajos en 2009/10 y en el curso 2010/11 existe una previsión de otros tantos. En estas dos últimas se pretende mantener esta línea. En SI se han beneficiado 6 alumnos por curso. En VPC, se ha conseguido una matrícula de 20 alumnos en 2010/11 siendo de nuevo una de las más demandadas. En ETVC se han matriculado 8 alumnos y finalmente en BCME la concurrencia es de un alumno por curso. La participación a través de las materias del grupo secundario se dirige a unos 150 alumnos, de los cuales la participación en trabajos interdisciplinares y

actividades complementarias se sitúa en torno a un 30%, haciendo un total de unos 145 alumnos. Las actividades de visitas, charlas y conferencias se ofertan abiertas al resto de la comunidad educativa.

El modelo propuesto es fácilmente exportable a otras materias, asignaturas o titulaciones. El único requisito es disponer de soporte externo relacionado con el mundo laboral o investigador. Se pretende dar continuidad a esta experiencia en cursos sucesivos.

Se plantea una experiencia multidisciplinar en la que concurren diversas materias y diversas áreas además de las relaciones con las entidades participantes. Al tratarse de alumnos que se encuentran en sus últimos cursos, la motivación en ellos es bastante alta. Cabe destacar que en determinados temas de investigación, los alumnos no muestran tanto interés, cosa que no suele ocurrir con los proyectos dirigidos por empresas.

Se está colaborando con un grupo de la Facultad de Educación de la UNED sobre perspectivas docentes de futuro para elevar una propuesta al Ministerio de Educación sobre la base del proceso enseñanza-aprendizaje dentro del EEES. Esta participación ha sido promovida por este Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia.

Las asignaturas centrales de la experiencia se han sometido a evaluación dentro del programa DOCENTIA (PVA y TAID) durante los dos cursos previos con resultados satisfactorios, estando en el presente curso sometida a evaluación dentro del mismo programa. A su vez se pretende evaluar de manera continuada durante el curso, las asignaturas así como las actividades realizadas en ellas, de manera particular.

### Agradecimientos

Agradecer al proyecto DPI2009-14552-C02-01, del Ministerio de Educación y Ciencia del Plan Nacional de I+D+i, que ha servido de base para la realización de las actividades docentes que se desarrollan en este trabajo así como la colaboración y disponibilidad de todo el personal que ha hecho y hace posible la aplicación de este modelo innovador enseñanza-aprendizaje que tan buenos resultados está generando.

### Referencias

- [1] Garrison, D.R. *Quality and theory in distance education: theoretical consideration*, in D. Keegan (Ed.), *Theoretical principles of distance education*, Routledge, New York, USA, 1993.
- [2] Lave, J. and Wenger, E. *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press. 1991.
- [3] Johnson, D.W., Johnson, R. T., & Smith, K. A., (1991). *Cooperative learning: Increasing college faculty instructional productivity*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4. Washington DC, USA: School of Education and Human Development, The George Washington University.
- [4] Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R., Elhajj, I., *Turning student groups into effective teams*. New Forums Press, Inc. P.O. Bos 876, Stillwater, OK, 2004.
- [5] Piaget, J. *Science of education and the psychology of the child*. New York: Orion Press. 1970.
- [6] Springer, L., Stanne, M.E., and Donovan, S., *Effects of Small Group Learning on Undergraduates in Science, Mathematics, Engineering and Technology: A Meta Analysis*. Madison, WI: National Institute of Science Education, 1997.
- [7] Vygotsky, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological process*. Harvard. Harvard University Press. 1978.
- [8] Sancho-Thomas, P., Fuentes-Fernandez, R., Fernandez-Majon, B. "Learning teamwork skills in university programming courses" *Computers & Education*. 53, 2, 517-531. 2009
- [9] CAR-CSIC: [http://www.iai.csic.es/asp/personal\\_iai.asp](http://www.iai.csic.es/asp/personal_iai.asp)
- [10] CIFOR-INIA <http://www.inia.es/inia/>
- [11] CeDint <http://www.cedint.upm.es/>
- [12] TCP Sistemas e Ingeniería <http://www.tcps.com/>
- [13] DIMAP <http://www.dimap.es/>
- [14] <http://www.aneca.es/Programas/DOCENTIA>