

## Un modelo para diseñar aprendizajes mediante proyectos multidisciplinares

## A model for designing learning through multidisciplinary projects

**Sílvia Espinosa-Mirabet**  
**Marianna Soler i Ortega**  
**Maria Lluïsa Escoda**  
**Jaume Puig-Bargués**  
**Inés Ferrer Real**

Universitat de Girona (España)

**Sílvia Espinosa-Mirabet**  
**Marianna Soler i Ortega**  
**Maria Lluïsa Escoda**  
**Jaume Puig-Bargués**  
**Inés Ferrer Real**

Universitat de Girona (España)

### Resumen

En el presente trabajo se presenta un método para facilitar la adquisición conjunta de las competencias transversales trabajar en equipo, diseñar propuestas creativas, seleccionar información y comunicarse oralmente y por escrito a estudiantes universitarios de distintos ámbitos de conocimiento. Para conseguirlo, en primer lugar, se diseñó un proyecto siguiendo la metodología del Aprendizaje por Proyectos (APP) y, posteriormente, se contrastó su viabilidad mediante dos planes pilotos que

### Abstract

A method used to allow the joint acquisition of generic skills such as teamwork, design creative proposals, select information, oral and written communication to University students from different study programs is presented in this paper. To achieve this goal, first, a project using the methodology of Project Based Learning (PBL) was designed and, second, it was tested carrying out two pilot plans which involved different numbers of students

involucraron distinto número de alumnos y asignaturas. Los estudiantes participantes tenían el reto de elaborar un programa de radio científico a partir de un programa de televisión sobre cocina de Karlos Arguiñano, de ahí que este proyecto fuese denominado Proyecto Arguiñano. El programa de radio tenía que rellenarse de contenido contrastable y, para hacerlo, los alumnos debían trabajar de forma colaborativa e intercambiar conocimientos propios de sus especialidades. El proyecto se reorganizó a partir de la valoración del primer plan piloto y se desarrolló de nuevo en un segundo plan piloto. En éste se trabajó con más estudiantes y con un diseño que permitió comparar las calificaciones obtenidas entre los alumnos participantes y otros del mismo curso y grado que debían realizar una tarea muy similar pero sin tener que seguir el método APP. Los resultados obtenidos, además de demostrar que las actividades basadas en el APP tienen un gran potencial para la adquisición de competencias transversales, reflejan una mejora en el logro de las competencias específicas y un mayor grado de satisfacción, si se comparan con un método de aprendizaje más clásico.

**Palabras clave:** Aprendizaje por proyectos, innovación docente, educación universitaria, competencias, multidisciplinariedad, evaluación.

and courses. The students had the challenge of converting an episode of the television show of a famous Spanish cook (Karlos Arguiñano) into a scientific radio program. For this reason, the project was called Arguiñano Project. The radio show had to be filled with a testable scientific content and to do so students had to work collaboratively and share their own knowledge background. The project was reorganized after the evaluation of the first pilot plan and it was developed again in a second pilot project, which involved more students and allowed to compare scores between students that work under PBL and others of the same course and study program that performed a similar task but without following the PBL method. The results show that PBL-based activities have a great potential for the acquisition of generic skills and also improve the achievement of specific skills and a higher degree of satisfaction when compared to a more traditional learning method.

**Key words:** Project based learning, learning innovation, higher education, competences, multidisciplinary, evaluation.

## Introducción

La ordenación curricular fundamentada en el Espacio Europeo de Educación Superior (EME, 1999) integra el concepto de competencias dentro de los componentes de los diferentes currículos en el ámbito universitario e indica que la adquisición de las competencias por parte del alumnado es el referente básico de la acción educativa para cada titulación.

La consideración de las competencias transversales y específicas como eje vertebrador del proceso educativo universitario implica cambios metodológicos que afectan tanto al rol del profesor como a la forma de adquisición del conocimiento por parte del alumnado. Esto requiere tomar decisiones y hacer algunas modificaciones

en las programaciones clásicas del docente, para que éstas recojan la metodología y las actividades necesarias para desarrollar las competencias en cada una de las materias implicadas.

La toma de decisiones que implica el desarrollo curricular y la elaboración de programaciones de acuerdo con el referente de las competencias tanto transversales como específicas, no conlleva la modificación del qué, el cómo y el por qué se enseña ni tampoco desestimar todo lo que se ha hecho hasta ahora, sino que debe verse como una oportunidad para mejorar las propuestas, las actividades y las estrategias didácticas que sirven para aumentar el grado de satisfacción en los aprendizajes por parte del alumnado y mejorar su integración en el mundo laboral .

El aprendizaje por proyectos (APP) es uno de los métodos renovadores del proceso de enseñanza-aprendizaje que más se está consolidando en las instituciones de educación superior últimamente (Valero, 2007) puesto que permite la adquisición de diversas competencias en una misma actividad. Sin embargo, a pesar de que este método se basa en la realización de actividades colectivas e individuales, a menudo de forma autónoma por parte de los alumnos, el profesor debe dedicar una gran parte de su actividad docente al acompañamiento de los estudiantes implicados en el proceso así como al seguimiento y orientación de las tareas que los matriculados van desarrollando a medida que avanza el proceso del APP. No obstante, tal y como señalan Gil-Albarova *et al.* (2013), los alumnos saben apreciar este esfuerzo del docente puesto que aspectos como el trato humano, el interés por los tutelados y la atención personalizada son los más valorados en el tutor universitario. Es por este motivo que es indispensable diseñar y elaborar una programación semanal dónde se reflejan los créditos presenciales y no presenciales de los alumnos en las distintas actividades/tareas que van a llevar a término. Una realimentación efectiva entre profesores y estudiantes es parte de la clave del éxito.

El objetivo principal del presente artículo es presentar cómo, mediante la implementación de un APP, estudiantes universitarios de disciplinas distintas pueden adquirir conjuntamente una serie de competencias transversales. La puesta en marcha del APP diseñado se realizó en dos planes piloto que tuvieron planteamientos diferenciados y que involucraron distintas asignaturas y número de alumnos. El planteamiento del segundo plan piloto permitió que se pudieran comparar los resultados entre alumnos que utilizaron la metodología APP y alumnos del mismo curso y grado que debían realizar una tarea similar pero sin tener que seguir este método pedagógico.

## Metodología

### Diseño del proyecto

El proyecto se empezó a gestar cuando un grupo de distintos profesores universitarios, de ámbitos de conocimiento diferentes, pero con interés en la aplicación de la metodología APP convergieron al crearse, a iniciativa del Instituto de Ciencias de la Educación Josep Pallach de la Universidad de Girona, una red de innovación docente dedicada al APP. La diversidad de intereses de los profesores implicados fue conduciendo a la idea de desarrollar, de forma común, un APP que se pudiera aplicar en distintas asignaturas y que permitiera, a la vez, la adquisición de competencias específicas y

transversales en asignaturas de estudios y centros docentes distintos. Finalmente, se diseñó un APP que se denominó *Proyecto Arguiñano* (Espinosa Mirabet *et al.*, 2012).

En el *Proyecto Arguiñano* los alumnos –que no se conocían entre ellos y que, en ningún caso, habían trabajado anteriormente con el modelo de aprendizaje por proyectos– debían elaborar un programa de radio, con un contenido científico contrastable, a partir del visionado de un programa de televisión del cocinero Karlos Arguiñano. Su reto era explicar la ciencia oculta en la cocina del famoso presentador televisivo.

En esta experiencia, el APP se iniciaba con el visionado de un programa concreto de cocina de Karlos Arguiñano, puesto que permitía formular la pregunta clave, eje vertebrador de toda la idea: ¿Cuál es la ciencia que está oculta dentro del programa de Arguiñano? En una segunda fase se delimitó el problema. Para responder una pregunta tan genérica como la planteada era necesario reorientar a los alumnos en el proceso de búsqueda de la solución en dos vertientes: una, hacia su materia específica y, otra, con más transversalidad. Así, pues, al alumnado participante se le formulaban algunas preguntas orientativas para reconducirlo hacia la pregunta clave.

Una vez formuladas las preguntas, los estudiantes debían elaborar mapas conceptuales a partir de los conocimientos que necesitaban para afrontar el reto y poner de manifiesto lo que se conocía y lo que no. Esto puso de relieve cuáles eran los conocimientos de partida y cuáles eran las carencias de los estudiantes para abarcar el proyecto y les situaba en la tesitura de darse cuenta de que tenían que buscar materiales y documentación además de elaborar experimentos, en el caso de los alumnos procedentes de asignaturas científicas, para generar material que ayudase a revelar la ciencia escondida en una cocina. En la experiencia se proporcionó al alumno una guía didáctica o plan de trabajo que incluyó toda la documentación necesaria para que pudiera llevar a cabo su propio proceso de aprendizaje, y también le permitió saber en todo momento de que sería evaluado y cómo sería evaluado (Buck Institute for Education, 2003).

En la tercera fase del *Proyecto Arguiñano* se delimitaron los recursos y las acciones, para lo cual el equipo de profesores diseñó un conjunto de actividades tanto individuales como colectivas para provocar que los estudiantes avanzaran. Algunas de estas actividades fueron evaluadas y otras, simplemente, sirvieron para orientar al alumno en su autoaprendizaje (Planella *et al.*, 2009).

La cuarta fase del diseño correspondió al trabajo individual, tanto a las horas de estudio individual del alumno como a la elaboración de aquellas tareas individuales que están previstas en el diseño del plan.

Finalmente, la quinta fase se centraba en el trabajo en equipo. En la presente experiencia, esta fase se llevaba a cabo de forma simultánea a la etapa anterior. Durante la quinta fase, los estudiantes trabajaron cooperativamente en pequeños grupos desde el planteamiento original hasta la consecución final (realización de la maqueta del programa de radio) compartiendo en esta experiencia de aprendizaje la práctica y el desarrollo de habilidades relacionadas con competencias específicas y transversales, así como también la posibilidad de observar y reflexionar sobre actitudes y valores que, con el método convencional expositivo, difícilmente se pueden poner en acción (Valero, 2007).

Debido a la complejidad del APP diseñado, tanto por su planteamiento como por implicar alumnos de estudios y centros docentes distintos, se creyó oportuno su implantación inicial mediante plan piloto. Durante el curso 2011-2012, se realizó el primer plan piloto del *Proyecto Arguiñano*. A la vista de los resultados obtenidos, se ajustaron progresivamente los enunciados, los contenidos de los elementos evaluables y la planificación, por poner sólo algunos ejemplos. Estas modificaciones se incorporaron en un segundo plan piloto, ejecutado el curso 2012-2013 y que, por motivos diversos, implicó un número distinto de asignaturas y estudiantes. A continuación se describen la metodología utilizada en ambas experiencias.

### Primer plan piloto

En el primer ensayo del *Proyecto Arguiñano* los estudiantes participantes eran 3 alumnos voluntarios de cada una de las materias impartidas por el equipo docente que diseñó el plan. Los 15 alumnos trabajaron en 3 únicos grupos, que tenían 5 componentes cada uno procedentes de las asignaturas Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico, Teoría de la Imagen (ambas del Grado en Publicidad y Relaciones Públicas), Fundamentos Físicos de la Ingeniería (con alumnos procedentes de los Grados en Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica), Proyectos (Grado en Ingeniería Agroalimentaria) y Percepción Visual (Máster en Visión por Computador y Robótica).

### Segundo plan piloto

El segundo plan piloto no pudo ser desplegado en un grupo mayor de participantes puesto que en el momento de su implementación la carga docente de los profesores cambió, cosa que trastocó el planteamiento inicial. Aun así, los docentes siguieron adelante con los alumnos de los Grados en Publicidad y Relaciones Públicas, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica. Esta vez un nuevo imprevisto, no observado en el Primer Plan Piloto, hizo variar nuevamente los planes previstos. Los alumnos correspondientes a la asignatura Procesos de Fabricación, del de tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica, al conocer su participación en el APP decidieron de forma unánime no formar parte del proyecto (les supondría muchísimo trabajo extra, fue su alegato) cosa que obligó a los docentes a prescindir de su participación. Por este motivo, los estudiantes participantes estaban matriculados en las asignaturas Fundamentos Físicos de la Ingeniería y de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico.

Así pues y debido a estos inesperados giros en el despliegue del proyecto, los participantes finales en el Segundo Plan Piloto fueron 34 alumnos. A pesar de la reducción del número de estudiantes participantes, éstos fueron más del doble de los que se involucraron en el primer plan piloto.

Los alumnos integrantes en el plan no eran voluntarios y se distribuyeron en 7 grupos de trabajo diferentes.

El diseño de este segundo plan fue concebido además para poder obtener datos comparativos entre estudiantes de una misma asignatura que tuviesen que abordar el mismo proyecto desde dos vías metodológicas diferentes. Se trataba de que los matriculados en Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico, que fue la asignatura en la que se realizaría la maqueta de programa de radio, trabajasen para conseguir su objetivo

o bien mediante el APP o desde un diseño metodológico activo basado en tutorías y más acompañado. Todos los alumnos matriculados tuvieron que realizar el mismo trabajo final, unos participando en el APP con compañeros desconocidos de Fundamentos Físicos de la Ingeniería que harían las labores de expertos proveedores de los contenidos radiados y los otros estudiantes documentándose y buscando fuentes de una forma más tradicional y a partir de la elección de un tema libre pero vinculado a cualquier disciplina de la ciencia.

### Estructura del proyecto desarrollado

El *Proyecto Arguiñano* se desplegó en dos partes claramente diferenciadas en ambos planes piloto: una parte específica y otra transversal. De este modo, el desarrollo del propósito conllevó la aplicación de especialidades propias de cada una de las materias que intervinieron (parte específica con contenidos propios) y el compartir habilidades que garantizarían un aprendizaje por competencias en la parte transversal que era en la que los alumnos se agrupaban de forma multidisciplinar y tenían que colaborar, compartiendo conocimientos para avanzar en la ejecución del *Proyecto Arguiñano*. En el Primer Plan Piloto esta fórmula ya había quedado muy bien dibujada (Espinosa Mirabet *et al.*, 2012), así que de los buenos resultados del mismo se desprendió la idea de volverlo a intentar con alumnos no voluntarios y con más equipos implicados. Por ello, se detallará a continuación cuáles fueron las características del diseño del despliegue entre las dos asignaturas implicadas en el Segundo Plan Piloto, así como cuáles fueron los resultados entre los alumnos de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico inmersos en el APP y los que trabajaron sin la ayuda de sus compañeros científicos para generar contenidos del programa de radio.

En el Segundo Plan Piloto, (Tabla 1) las distintas asignaturas y estudios implicados trabajaron las mismas competencias transversales que en el primer plan, así como las competencias específicas de cada asignatura.

**Tabla 1.** Estudios, asignaturas, créditos ECTS asignados, y competencias transversales y específicas de las asignaturas implicadas en el proyecto.

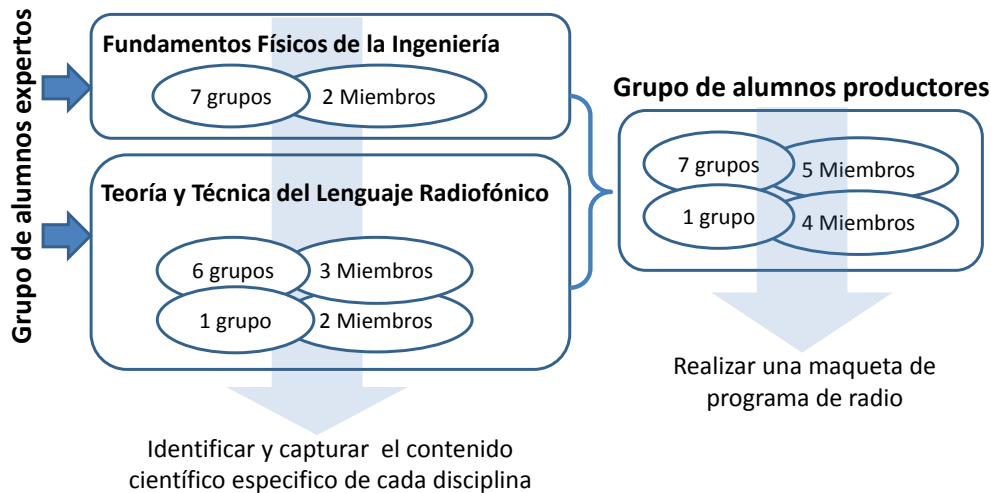
| <i>Estudio</i>   | <i>Asignatura</i>                         | <i>ECTS dedicados al proyecto</i> | <i>Competencias transversales</i>  | <i>Competencias específicas</i>   |
|--|---|-----------------------------------|--|---|
| <b>Grado en Publicidad y Relaciones Públicas</b>               | Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico | 6,0                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicarse oralmente y por escrito.</li> <li>• Trabajar en equipo</li> <li>• Diseñar propuestas creativas</li> </ul> | <p>Comunicar en lenguaje propio de cada uno de los medios tradicionales, en sus formas combinadas (multimedia) o soportes digitales.</p> <p>Producir y realizar un producto audiovisual de ficción.</p> <p>Leer, comprender y comentar textos científicos</p> |
| <b>Grados en Ingeniería Mecánica y en Ingeniería Eléctrica</b> | Fundamentos Físicos de la Ingeniería      | 2,0                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar información y saberla comunicar bien</li> </ul>   | <p>Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas, y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería</p>                                   |

Fuente: *Elaboración propia.*

La parte específica tuvo una duración diferente en cada materia en función de la carga crediticia de cada asignatura implicada. En la asignatura de Fundamentos Físicos de la Ingeniería duró 5 semanas mientras que en la de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico duró todo segundo el semestre. En esta parte específica los alumnos de cada asignatura elaboraron un trabajo para identificar, según su disciplina de aprendizaje, los aspectos científicos del programa de cocina de televisión analizado. Así, mientras que los estudiantes de Fundamentos Físicos de la Ingeniería se centraron en aspectos relacionados con los principios físicos que explican el funcionamiento de los pequeños electrodomésticos en la cocina, tales como las placas vitrocerámicas o los frigoríficos, y en el diseño de experimentos para estudiar la variables implicadas; los alumnos de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico observaron las transiciones empleadas por el conocido cocinero, el uso de *jingles* y los contenidos que podrían llegar a contarse para poder ser entendidos por una audiencia ficticia y generalista que sólo les escucharía.

El planteamiento del *Proyecto Arguiñano* usando el APP pretendía que los alumnos fuesen más responsables de su trabajo y de su proceso de aprendizaje, de acuerdo con Benito Capa y Cruz Chust (2007). Trabajando así, los estudiantes adquieren una dependencia positiva entre ellos para alcanzar con éxito los objetivos propuestos. Simultáneamente se facilita una mejora del rendimiento académico. Tuning en 2000 ya aconsejaba planificar asignaturas para promocionar el alto rendimiento de los estudiantes (Yáñez Álvarez y Villardón Gallego, 2006). La mejora del rendimiento académico se ve favorecida por un aumento de la comunicación entre el alumno y el profesor pues la retroalimentación entre ellos se vuelve más fluida debido a que el profesor adquiere un rol de guía del proceso de aprendizaje del alumno. A pesar de ello, y de la positiva repercusión que tiene en la consecución de las competencias transversales, también es cierto que esta metodología, usada con mucha frecuencia en las aulas universitarias con acierto, se relaciona a veces con una menor incidencia en la obtención del mismo nivel de competencias específicas si se compara con el método tradicional.

Como se ha mencionado, durante el desarrollo del proyecto se formaron dos tipos de grupos de trabajo entre los alumnos, según si estos colaboraban en la parte específica del proyecto (relacionada con su propio ámbito de conocimiento) o la transversal (cuando se mezclaban en grupos multidisciplinares). En la primera de las partes, la específica, correspondían los alumnos que actuaban como “grupo de alumnos expertos” y el “grupo de alumnos productores” era el integrado por representantes de diferentes asignaturas (Figura 1).



**Figura 1.** Composición y tareas de los grupos de alumnos expertos y del grupo de alumnos productores.

Así pues, y según el diseño del proyecto, en primer lugar se constituyeron los “grupos de expertos” dentro de cada ámbito de conocimiento. Eran 7 grupos diferentes formados en el caso de Fundamentos Físicos de la Ingeniería por 7 parejas, mientras que en el caso de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico se realizaron 6 grupos de 3 integrantes y un grupo formado sólo por una pareja. Estos equipos, de carácter homogéneo, operaron separadamente durante la fase específica del proyecto buscando documentación y experimentado para generar contenidos científicos (en el caso de los estudiantes de Fundamentos Físicos de la Ingeniería) y buscando elementos sonoros y creando estructuras y guiones (en el caso de los estudiantes de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico). Posteriormente, todos los estudiantes se juntaron creando 7 equipos de 5 miembros, salvo un grupo que estuvo formado únicamente por 4 personas, cuya función era la realización de una maqueta de programa de radio. Así, estos nuevos equipos, denominados como “grupos de productores”, integraban expertos de ámbitos de conocimiento diferentes que debían ponerse de acuerdo en cómo se contaba el contenido científico y en qué contenido científico se podía explicar por radio y cuál se debía desestimar por poco divulgativo, por poner un ejemplo. Es evidente que esta metodología fomentaba, como se evidencia en este ejemplo, que las competencias transversales asignadas al proyecto se integraran de forma natural en el proceso. Los alumnos asumieron qué significó trabajar en equipo, con lo que conlleva de asignación de roles, negociación o compromiso para poder avanzar. Lo mismo sucedía con sus habilidades para mejorar la comunicación oral y escrita o para seleccionar información y saberla comunicar bien.

## Evaluación

El marco didáctico dibujado por la convergencia europea supone una reformulación de los diseños curriculares, así como de las metodologías docentes y del propio contexto evaluador. La evaluación adquiere una nueva dimensión pasando a ser un elemento clave para un proceso de enseñanza-aprendizaje de calidad. Este marco implica un replanteamiento en los elementos estructurales que conforman el proceso de evaluación.



Siguiendo con el proceso de diseño y elaboración del proyecto y una vez definidos cuáles eran los objetivos competenciales del proyecto, la estrategia didáctica, las secuencias didácticas, las actividades competenciales y finalmente los recursos necesarios para desarrollar el proyecto había que reflexionar sobre el sistema y los elementos de evaluación por competencias de forma que reflejaran una coherencia entre el elemento utilizado y el objeto de evaluación. En el presente trabajo se planteó un sistema de evaluación competencial continuada de forma que los estudiantes formaran parte activa de su propia evaluación y de la evaluación de sus compañeros. Se diseñó una evaluación continua llevada a cabo bajo supervisión del profesor en cada una de las actividades competenciales evaluables y propiciando la reflexión sobre los resultados y el retorno para la mejora de estos.

Se establecieron los criterios de evaluación para cada uno de los objetivos competenciales (transversales y específicos) y se establecieron unos criterios de calificación mediante rúbricas de forma que reflejaran diferentes niveles de logro de las competencias. Este aspecto resultó una tarea laboriosa dado que se tuvieron que establecer diferentes niveles de adquisición de competencias en función de la tipología de alumnado y del ámbito de conocimiento (competencias específicas). Es decir, los alumnos de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico y los de Fundamentos Físicos de la Ingeniería tenían grados diferentes de exigencia en el momento de ser evaluados de la competencia sobre la de comunicación oral y escrita, por poner un ejemplo. En ese momento del proyecto también se diseñaron elementos de evaluación que permitieran la autoevaluación y la coevaluación de las diferentes actividades competenciales propuestas.

El proceso de evaluación de la asignatura de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico tenía en cuenta en todos sus apartados la competencia descrita anteriormente sobre comunicación oral y escrita, así como la de trabajar en equipo puesto que todas las tareas de la evaluación continua se basaban en trabajos de grupo. Los alumnos fueron evaluados de epígrafes diferentes en cada una de las actividades propuestas. Cada una de estas actividades era una parte obligatoria del programa de radio que duraría 15 minutos y además tanto los epígrafes de evaluación como las tareas conformantes del continuo sonoro eran los mismos para los que trabajaron con APP como para los que no. Además todos los contenidos evaluados (Tabla 2) tenían su rúbrica pertinente que los alumnos podían consultar en el Dossier de Materiales que se les facilitó para que pudieran seguir la asignatura. Además, los alumnos podían presentar en las sesiones de tutorías sus ideas o piezas iniciales para poder rehacerlas en caso necesario y en la línea de lo sugerido por Gómez-Esquer *et al.* (2009).

**Tabla 2.** Evaluación de las diferentes partes del programa final de radio.

| Partes/secciones | % Nota final | Sub-epígrafes evaluados en cada sección   |
|------------------|--------------|---|
| Voxpop           | 5%           | Creatividad y cantidad de testimonios usados  |
| Radioarte        | 15%          | Creatividad y originalidad, montaje técnico   |
| Informe          | 5%           | Grado de científicidad, Locución y Redacción  |
| Reportaje        | 15%          | Fundamento científico e Inclusión de 3 fuentes diferentes   |
| Maqueta          | 40%          | Locución/Redacción, jerarquización de contenidos y creatividad, cohesión total final (impresión de escucha) |
| Examen final     | 20%          | Test Individual   |

Fuente: Elaboración propia.

Los alumnos de Fundamentos Físicos de la Ingeniería fueron evaluados de las competencias específicas mediante tareas evaluables diseñadas para tal cometido y que se iban entregando, de acuerdo con el plan semanal diseñado, a medida que elaboraban el estudio del funcionamiento del electrodoméstico escogido y el diseño del experimento en que se pudieran evaluar las variables implicadas en dicho funcionamiento. Finalmente, al presentar el proyecto específico, fueron evaluados, de acuerdo con los criterios de evaluación generales, de las competencias transversales.

## Resultados

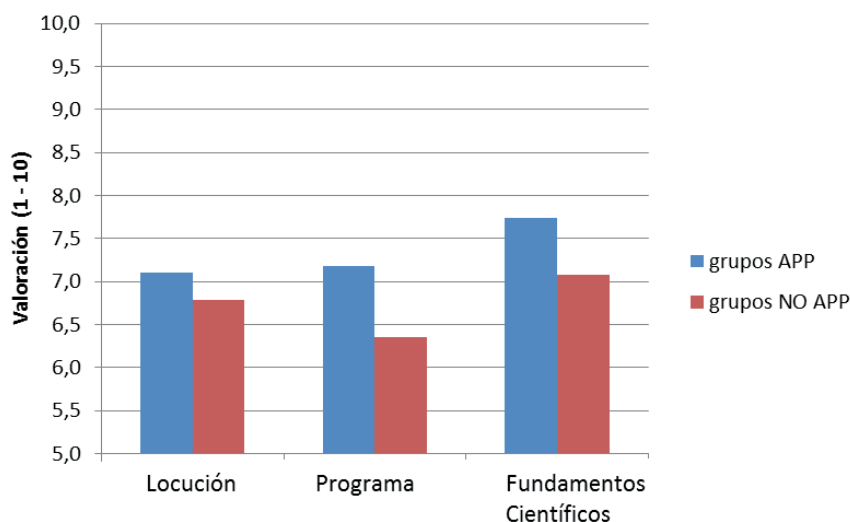
Las conclusiones de la aplicación del Primer Plan Piloto del proyecto sirvieron especialmente para entender qué aspectos se debían reformular para conseguir una mayor efectividad en la adquisición de competencias por parte de los alumnos participantes. De hecho, fueron las propias aportaciones de los estudiantes a través de los cuestionarios de valoración final las que dieron pistas muy interesantes en este sentido. La valoración de su participación en la realización de un programa de radio con contenido científico fue muy positiva arrojando ítems de aprendizaje tales como la constatación de haber mejorado su capacidad de comunicación oral o de saber cómo vertebrar de forma creativa contenidos aparentemente difíciles de explicar. Con este argumentario, los docentes decidieron desplegar el proyecto en una segunda fase, es decir con alumnos no voluntarios ni seleccionados previamente, comparando sus resultados con compañeros que trabajaron de forma tradicional los mismos contenidos, como se ha indicado anteriormente.

Comparando así, los dos tipos de programas resultantes del despliegue del Segundo Plan Piloto se observó claramente que cuanto mejor era la documentación usada para elaborar contenidos, mejor quedaban las maquetas de los programas de radio y, por lo tanto, más interesante y más científico resultaba el programa final de radio. En estos aspectos, los alumnos participantes en el APP fueron muy superiores a los alumnos que tuvieron que buscarse sus propios temas científicos y documentarse en disciplinas que, aunque a priori les parecieron atractivas (¿Por qué vemos en colores?, o ¿Qué pasa en nuestro organismo cuando nos enamoramos? fueron algunos de los temas escogidos para abordar científicamente) a veces era muy complejo encontrar la forma adecuada para, sin perder rigor científico, poderlas contar en un programa de radio.

Por otro lado, y contrariamente, se evidenció que los alumnos que realizaron el programa más creativo y con más humor descuidaron el fundamento científico del mismo, por lo que obtuvieron una calificación más baja en todos los epígrafes evaluados relacionados con el fondo científico que la puntuación de aquellos estudiantes que buscaron divulgar ciencia de una forma menos original. Todos los parámetros corregidos en la revisión del programa de radio científico arrojaron mejores calificaciones para los alumnos que trabajaron en APP incluso en el ámbito de las competencias (Figura 2). Así en el informe, el reportaje y la maqueta final se evaluaba la competencia sobre comunicación oral y escrita y en todas las partes incluido el programa resultante, trabajar en equipo.

A los estudiantes de Fundamentos Físicos de la Ingeniería, aparte de buscar información científica contrastada, como tarea adicional se les exigió diseñar, realizar y

analizar experimentos científicos que tuvieran relación con los elementos de la cocina, bien electrodomésticos (microondas, aspiradores robot, frigoríficos u otros) o bien sobre procesos de cocción de los alimentos con determinados tipos de cocina. El objetivo de esta tarea era que estos estudiantes pudieran disponer de material propio, surgido de los resultados y las conclusiones de los experimentos realizados, para después, mediante el lenguaje radiofónico, convertirlo en contenido para el programa de radio en forma de reportaje o informe.



**Figura 2.** Comparación de las calificaciones obtenidas en las tareas que trabajaban las competencias seleccionadas para el *Proyecto Arguiñano* entre alumnos con y sin seguimiento de APP de la asignatura de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico.

Analizando las notas de las maquetas finales (Figura 2), se observa que los alumnos que trabajaron mediante el APP obtuvieron mejores resultados en la realización de la maqueta del programa de radio. Un equipo obtuvo un 8/10, la mejor nota de la clase. El resto de equipos APP consiguieron puntuaciones medias iguales o superiores a 7,5/10, mientras que los grupos que no trabajaron con la metodología APP mayoritariamente no superaron el 7/10. De hecho, la moda de la puntuación para estos equipos estuvo alrededor de 6. Incluso hubo un grupo no APP que obtuvo un 4,5/10 y, por consiguiente, no aprobó la actividad.

El epígrafe «Maqueta», que puntuaba un 40 % de la nota final (Tabla 2), se subdividía en diferentes elementos evaluables. Para poder valorar la competencia de comunicación oral, se empleó el elemento evaluable definido como «Locución», que correspondía a un 10 % de la nota de «Maqueta». En este caso, las notas más altas (8,5/10) no correspondieron a ninguno de los equipos que trabajaron en APP, pero si se observa el valor medio (Figura 2), los grupos APP obtuvieron un 7,2 (desviación estándar  $s=0,4$ ) mientras que los grupos que trabajaron sin la ayuda de los alumnos científicos se quedaron en un 6,4 ( $s=1,6$ ).

De esta forma, se comprobó además que los conocimientos científicos logrados a partir del elemento evaluable definido como «Fundamentos científicos» eran superiores en los estudiantes que realizaron su trabajo en el marco del APP puesto que obtuvieron

las calificaciones más altas (10/10 un equipo pero entre 9/10 y 8/10 el resto de grupos APP). Los estudiantes que trabajaron el contenido científico sin contar con alumnos que cursaban la asignatura de Fundamentos Físicos de la Ingeniería (grupos no APP) se quedaron en un 8/10 como nota máxima y con una media de 7,1 ( $s=1,1$ ), mientras que la nota media de los grupos APP fue de 7,7 ( $s=2,6$ ), tal como puede observarse en la Figura 2. La desviación de los grupos APP respecto a la nota media fue muy alta por el ya citado programa en clave de humor creativo (que obtuvo un 3/10 de nota). Si no se tuviese en cuenta la nota de este grupo, la media en «Fundamentos científicos» de los grupos APP llegaría hasta los 9 puntos/10, con sólo una desviación de 0,7.

La valoración de la competencia de trabajar en grupo se llevó a término en esta experiencia transdisciplinaria a través del resultado final del programa, una vez se finalizó el montaje. Un programa de radio tiene que ser una única pieza, un continuo sonoro que el oyente tiene que entender como una única cosa. Si ha existido una coordinación entre los integrantes del grupo, la impresión de antena es satisfactoria, uniforme y no fragmentada. De lo contrario, se percibe una alineación de piezas sonoras ordenadas una detrás de la otra, pero no un todo unitario con una misma línea de estilo, de sonoridad o de aproximación a los temas presentados. Mientras que los grupos APP obtuvieron como nota a su trabajo final (maqueta cerrada) una media de 7,2 ( $s=0,4$ ), los grupos que seguían una metodología tradicional se quedaron en un 6,4 ( $s=1,6$ ).

## Conclusiones

A partir de la experiencia concerniente al Segundo Plan Piloto realizado, se ha podido constatar que el APP ha servido para que los alumnos participantes consiguieran una mejor interiorización de las competencias transversales trabajadas. Para estos estudiantes existe, a partir de su participación en el proyecto, una manera ordenada y eficaz de trabajar en equipo (tienen un método que pueden utilizar y que se deduce fácilmente a partir de las rúbricas de evaluación utilizadas) y una fórmula adecuada para mejorar su capacidad de comunicación oral y escrita, que sin duda la necesidad de trabajar el lenguaje radiofónico se ha encargado de pulir y que los participantes podrán desplegar en proyectos diferentes al que aquí han realizado e incluso utilizar en otros ámbitos de su vida académica y profesional.

Los alumnos de la asignatura Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico que utilizaron el método APP reconocieron haber adquirido conocimientos específicos relacionados con la física de las placas vitrocerámicas o de los robots de cocina. Estos mismos estudiantes demandaban dentro de sus conocimientos específicos más instrucción para poder tener un mejor control sobre el uso profesional de la voz, entre otros aspectos. Seguramente sin un ejercicio transversal de estas dimensiones, estos estudiantes no hubiesen tenido una experiencia tan palpable sobre sus carencias.

Por otro lado, y en honor a la verdad, hay que mencionar la sorpresa de los profesores al presentar el plan a todos los alumnos que debían participar. Chocaron con la negativa de un grupo de estudiantes de Ingeniería de la asignatura de tercer curso Procesos de Fabricación que consideraron innecesario trabajar con esta metodología puesto que, a criterio suyo, les suponía muchísimo más esfuerzo y dedicación. Los docentes no habíamos previsto este extremo porqué el Primer Plan Piloto fue realizado

por alumnos voluntarios, por lo que estaban absolutamente motivados en participar en esta actividad multidisciplinar y compartir experiencias con estudiantes de otros Grados y de distintos centros docentes. Es recomendación de los autores de este trabajo tener en cuenta que no siempre los alumnos están dispuestos a trabajar de forma diferente. Si la metodología se hubiese impuesto, como pasa tradicionalmente, seguramente la negativa se hubiese evitado pero es difícil forzar a alguien para que descubra conocimientos de otro ámbito, ajeno al suyo, si no tiene interés en hacerlo, y mucho más complicado aún, si esos nuevos conocimientos difícilmente serán evaluados a lo largo de su carrera.

El método utilizado se ha revelado además como una fórmula excelente para trabajar en equipo y de forma autónoma, puesto que los estudiantes que no supieron gestionarse de esta forma, no consiguieron realizar un programa de radio sino unas cuantas piezas que todas desprendían el carácter de un realizador diferente. Los grupos mejor cohesionados son los que han obtenido mejores resultados por lo que se evidencia, cuantitativamente, que las competencias, que, a veces, son difíciles de evaluar entre algunos docentes, cuando están bien integradas en las tareas encargadas son evidencias de resultados.

Dar ámbitos específicos de estudio sobre el contenido que se debe analizar, arrancando de unos supuestos de partida en forma de pregunta, dirigió a los alumnos a investigar aspectos de la Física que no se habían previsto. La colaboración de los profesores, en este sentido, pasó por la flexibilidad de orientar a los alumnos con una bibliografía específica que recogiera sus inquietudes.

Los estudiantes participantes en el Segundo Plan Piloto valoraron de media con un 9/10 la iniciativa de trabajar de este modo y con un 9/10 haber hecho una Maqueta de un programa de radio. Para los estudiantes de la asignatura de Teoría y Técnica del Lenguaje Radiofónico, saber explicar cómo funcionan las cocinas vitrocerámicas o las posibilidades de los frigoríficos para conservar alimentos y ahorrar energía han sido algunas de las cosas nuevas que han aprendido de la disciplina de Fundamentos Físicos de la Ingeniería. De su propia materia valoran, por encima de otros aspectos, el aprendizaje que han hecho en términos de redacción y locución radiofónicas. Este dato es especialmente significativo ya que entronca directamente con la competencia de expresión oral. Por su parte, los alumnos matriculados en Fundamentos Físicos de la Ingeniería valoran positivamente el haber aprendido a desarrollar su capacidad en el diseño de experimentos y a extraer conclusiones de éstos. Además, aprendieron a seleccionar y jerarquizar la información que generaban sus experimentos y a comunicarla con un lenguaje más universal.

## Referencias bibliográficas

- Benito Capa, A. y Cruz Chust, A. (2007). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Buck Institute for Education. (2003). *Project Based Learning Handbook: A Guide to Standards-Focused Project Based Learning for Middle and High School Teachers*. Novato, California: Buck Institute for Education.
- EME, European Ministers of Education. (1999). *Joint declaration of the European Ministers of Education*; Bologna Declaration.

- Espinosa Mirabet, S., Puig i Bargués, J., Ferrer Real, I., Soler i Ortega, M., Escoda, L., Echazarreta Soler, C. y García Campos, R. (2012). Cómo adquirir competencias específicas y transversales a partir de los mass media. Una aplicación original de APP en la UdG. *Vivat Academia*, 117E, 1473-1499.
- Gil-Albarova, A., Martínez, A., Tunnicliffe, A. y Miguel, J. (2013). Estudiantes universitarios y calidad del Plan de acción tutorial. Valoraciones y mejoras. *REDU - Revista de docencia Universitaria*, 11(2), 63-88.
- Gómez-Esquer, F., Rivas, I., Mercado, F. y Barjola, P. (2009). Aplicación interdisciplinar del aprendizaje basado en problemas (ABP) en ciencias de la salud: una herramienta útil para el desarrollo de competencias profesionales". *REDU - Revista de docencia Universitaria*, 4(7), 1-19.
- Graaff, E. y Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 657-662.
- Planella, J., Escoda, L. y Suñol, J. J. (2009). Análisis de una experiencia de aprendizaje basado en problemas en la asignatura de fundamentos de Física. *REDU - Revista de docencia Universitaria*, 2(7), 2-16.
- Valero, M. (2007). L'aprenentatge basat en projectes en els ensenyaments tècnics. *Perspectiva Escolar*, 318, 42-50.

Artículo concluido el 19 de junio de 2014

Espinosa-Mirabet, S., Soler i Ortega, M., Escoda, M. LL., Puig-Bargués, J., Ferrer Real, I. (2015). Un modelo para diseñar aprendizajes mediante proyectos multidisciplinares. *REDU - Revista de Docencia Universitaria*, 13(3), 73-88.

publicado en <http://www.red-u.net>

### **Sílvia Espinosa-Mirabet**

**Universitat de Girona**  
 Departamento de Filología y Comunicación  
 Silvia.espinosam@udg.edu



Doctora en Comunicación Audiovisual y Publicidad, Licenciada en periodismo y Master en Dirección de comunicación (UAB), ejerce como docente a tiempo completo en el Grado de Publicidad y Relaciones Públicas y en el Master de Comunicación Cultural de la UdG donde dirige también el Diploma de Especialización en Radio. Como investigadora en activo su interés se centra en el análisis del sector radiofónico, público y privado, a partir de los cambios en el marco de la digitalización o de las diferencias internacionales, nacionales y locales. La historia de la radio y la publicidad desde una perspectiva de género y la innovación a partir de las nuevas metodologías docentes son otros temas de su interés.

## **Marianna Soler i Ortega**

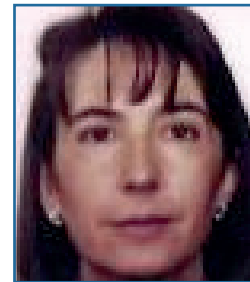
**Universitat de Girona**  
Departamento de Física  
*marianna.soler@udg.edu*



Doctora en Física ambiental. Profesora de Física y de Monitorización Medioambiental, ejerce su docencia en el Grado de Ingeniería Mecánica y en el Máster en Cambio Ambiental de la Universidad de Girona. Su actividad investigadora se centra en el transporte de sedimentos en sistemas acuáticos y en la determinación de los patrones sinópticos en el Mediterráneo occidental. Ha realizado proyectos de colaboración con investigadores de la Universidad de Princeton especializados en modelización de sistemas acoplados océano-clima. Actualmente su línea de investigación principal está dedicada al estudio del transporte de sedimento fino asociado a las circulaciones generadas por mareas. Ha participado en 4 proyectos de ámbito nacional y pertenece al grupo reconocido por la Generalitat de Catalunya como Grupo de Calidad.

## **Maria Lluïsa Escoda**

**Universitat de Girona**  
Departamento de Física  
*lluisa.escoda@udg.edu*



Doctora en Ingeniería Industrial y en Ciencias Químicas. Profesora de universidad desde el curso 1982. Participa en el master de formación del profesorado. Se ha especializado en la innovación docente como demuestra el hecho de que sea profesora de innovación didáctica aplicada a la tecnología en dicho máster. Su interés por la docencia le ha llevado a participar como corrector de libros de texto tanto de Física como de Química de la Editorial McGraw Hill, así como a la elaboración de 8 libros docentes publicados por el servicio de publicaciones de la Universidad de Girona. Ha cooperado en la edición de libros digitales para la secundaria en las materias de Física, Química y Física y Química. Ha presentado varias comunicaciones a congresos y una docena de artículos docentes.

## **Jaume Puig-Bargués**

**Universitat de Girona**

*Departamento de Ingeniería Química, Agraria y Tecnología Agroalimentaria*  
*jaume.puig@udg.edu*



Doctor Ingeniero Agrónomo y Profesor Titular de Ingeniería Agroforestal de la Universidad de Girona, donde imparte docencia en el Grado en Ingeniería Agroalimentaria. Ha participado en distintos proyectos de innovación docente centrados en la implantación de ejercicios de autoevaluación en una intranet docente y en el aprendizaje basado en proyectos. Su línea de investigación actual está centrada en estudiar los problemas hidráulicos que provoca la utilización de aguas residuales regeneradas en los filtros y goteros de los sistemas de riego localizado, temática en la que ha dirigido 2 tesis doctorales. Ha sido investigador principal en un proyecto de investigación e investigador en otros cinco.

## **Inés Ferrer Real**

**Universitat de Girona**

*Departamento de Ingeniería Mecánica y de la Construcción Industrial*  
*ines.iferrer@udg.edu*



Inés Ferrer Real es Doctora Ingeniero Industrial y Profesora Lectora de la Universidad de Girona, donde imparte docencia relacionada con procesos de fabricación y planificación de procesos en los Grados en Ingeniería Mecánica y en Ingeniería en Tecnologías Industriales. También imparte docencia en el máster oficial Business Innovation and Technology Management. Su línea de investigación actual está centrada en el diseño de dispositivos biomédicos, y la tecnología de moldeo por ultrasonidos. Ha participado en distintos proyectos de innovación docente, y diversos proyectos europeos y nacionales des del 2004. Tiene una amplia variedad de publicaciones y dos tesis dirigidas.