

# Estrategias de innovación docente en el aprendizaje de materias universitarias de Química

Rafael Sirera, José Ignacio Álvarez, Adrián Durán, José M. Fernández, Gustavo González-Gaitano, José Ramón Isasi, Iñigo Navarro-Blasco, Universidad de Navarra (UNAV), España

**Resumen:** Los medios audiovisuales son herramientas adecuadas hoy en día para ilustrar el desarrollo de las clases magistrales impartidas por el profesor universitario. El alumno se desenvuelve con soltura en estos soportes, y la utilización de estos medios es un óptimo complemento para una buena comprensión del tema. Particularizando esta acción en estudios experimentales, como la Química, las ventajas que aporta el empleo de estos materiales son claras, tanto en el entendimiento de los temas como en el propio acercamiento del alumno a aspectos más prácticos y relacionados con el ejercicio profesional al que se dedicarán cuando finalicen los estudios. El presente trabajo evalúa los resultados de aplicar las nuevas tecnologías en la enseñanza de la Química a estudiantes de la Universidad de Navarra. Se pretende identificar elementos propios del ejercicio profesional del químico y relacionar los contenidos teórico-prácticos de las asignaturas con el mismo, consiguiendo además con ello un mejor conocimiento de la materia objeto de estudio. La percepción de los alumnos ha sido ciertamente positiva en términos de un incremento de interés por las materias implicadas y de una mejora en la comprensión de las mismas.

**Palabras clave:** videos e infográficos, alumnos universitarios, química, aprendizaje

**Abstract:** Audiovisual media are nowadays appropriate tools to help illustrate the development of lectures by university professors. The 21st century students use them at ease, finding them an excellent companion to study certain subject topics. In particular, in the field of experimental sciences –as Chemistry– the advantages of using these materials are clear, both in portraying in a more visible way some abstract concepts and related phenomena and in the student's own approach to more practical aspects related to professional skills and practice upon completion of studies. This paper evaluates the results of applying the new technologies in the teaching of chemistry to undergraduate students of the University of Navarra. It also aims to target examples of the professional day to day activity of a Chemist and provide sound theoretical background as well as practical approaches to problem-solving tasks in any areas of Chemistry. Students' perception has certainly been positive in terms of an increase of interest for the topics involved and well as an improved understanding of them.

**Keywords:** Audiovisual Media, Undergraduate Students, Chemistry, Learning

## Introducción

La comunidad universitaria la componen, entre otros, los profesores universitarios. No podemos entender las tareas asignadas a un profesor sin integrarlo en la institución universitaria. En la organización educativa que constituye la universidad, las actividades encomendadas al profesor universitario son esencialmente docencia, investigación y, relacionada con las anteriores, gestión; y se establece esta relación en cuanto se gestiona la investigación en base a la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación, y del mismo modo se gestiona la docencia a través de la programación de materias, actualización y adecuación de las mismas a las capacidades del alumno, y la atención y asesoramiento académico al alumno (Zabalza, 2002).

Pero todas estas tareas no aportan valor en sí mismas, van dirigidas al alumno universitario, y como tal deben centrarse en una mejora de su formación teórica y práctica y en un despertar de su capacidad analítica y crítica, aspectos éstos que definen el verdadero “espíritu universitario” (Brockbank y McGill, 1998). En su función como educador, el profesor universitario establece una comunicación con sus alumnos decidiendo de antemano los objetivos que quiere alcanzar para conseguir una mejora en el aprovechamiento del aprendizaje.

En el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, el denominado plan Bolonia otorga al alumno el protagonismo en su propio aprendizaje (González y Wagenaar, 2003; Tomusk, 2006). La



comunicación entre profesor y alumno puede fomentar ese protagonismo en el aprendizaje por parte del propio estudiante. A través del asesoramiento académico personal se establece un vínculo más estrecho entre profesor y alumno. La comunicación que se origina puede contribuir a mejorar su rendimiento académico, aclarar su orientación profesional, facilitar su integración en la vida universitaria y ahondar en aspectos relacionados con su formación como persona (Ramsden, 2003; Gairín, Feixas, Guillamón y Quinquer, 2004). Para el profesor universitario el asesoramiento al alumno es un componente importante de su vocación universitaria; se trata de fomentar en el estudiante un afán de superación ante las dificultades, un espíritu de trabajo y constancia y unas capacidades para el análisis y resolución de problemas. Hay que acompañar al estudiante en ese tránsito desde el bachillerato y a lo largo de los cursos que conforman el grado superior de modo que cuando finalice sus estudios sea capaz de integrarse en la sociedad desarrollando el ejercicio de su profesión (Fry, Ketteridge y Marshall, 2003). Es claro que en el proceso de aprendizaje y en la consecución de objetivos el alumno no es neutral y debe implicarse activamente en el proceso; su actitud puede oscilar desde un estado de pasividad hasta un estado de implicación e interés, pero el profesor no debe perder de vista, además de la intención del alumno, su previsión para que una falta de realismo en la selección de una meta demasiado ambiciosa de alcanzar no desemboque en una frustración y en la consiguiente desmotivación y abandono. Los objetivos planteados a los alumnos además de no ser idealistas, deben venir acompañados de recursos para fomentar el deseo por el aprendizaje puesto que los objetivos por sí mismos no provocan intencionalidad, y también es ésta una labor del profesor universitario (Alonso Tapia, 1995).

Schmuck (1972) afirma que “los objetivos llegan a ser explícitos mediante su expresión pero también se los puede inferir a través de acciones”. El profesor considerará y seleccionará actividades —acciones— que tienen relación con el objetivo planteado, que forman parte de la planificación de la asignatura y que se adaptan a las necesidades y carencias de los alumnos.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que fijar la atención del alumno es cada vez más difícil en un mundo hiperrealista y tendente a la inmediatez y a la lectura rápida y de corta duración. La diversificación y asentamiento de nuevos espacios de aprendizaje, además de las necesarias modificaciones de los enfoques didácticos, requieren un modelo de formación integral basado en nuevas herramientas docentes que hagan uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Por lo que se puede plantear, como una de estas acciones de las que se hablaba con anterioridad, la utilización de TIC en la enseñanza universitaria. La capacidad creativa y el uso responsable de éstas por parte del estudiante facultarán un modelo que posibilite el auto-aprendizaje, incluso después de su paso por la universidad, en el ejercicio de su profesión (Salinas, 2004).

Si se traslada esta acción a grados experimentales, y de manera más concreta se pone en práctica en asignaturas del área de la Química, las ventajas que aporta el empleo de soportes multimedia en la comprensión de los temas y en el propio acercamiento del alumno a aspectos más prácticos y aplicados de esta disciplina científica son claras. En general, los estudiantes del grado de Química encuentran dificultades en asimilar algunos conceptos que ciertamente pueden resultar abstractos y que, automáticamente, ellos asocian como difíciles. Por otra parte, no suelen relacionar los contenidos abordados en las diferentes materias con el ejercicio profesional al que se dedicarán cuando finalicen los estudios, lo que conduce en algunos casos a un descenso del interés y a una falta de motivación por las materias. En definitiva, los actuales planes de estudio en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior necesitan la aplicación de las mencionadas TIC como herramientas en la mejora de la calidad docente (Pérez i Garcías, 2002).

Además de la utilización de videos y otras herramientas como los infográficos, que aportan frescura, actualización e inmediatez a los contenidos que reflejan, internet proporciona un extenso abanico de este tipo de recursos concernientes a temas específicos de la Química, previa prospección, selección, adaptación, en su caso, e inclusión en la programación docente. La incorporación de los medios disponibles en la web y las soluciones tecnológicas existentes, empleadas en un contexto docente, se pueden entender como una forma de innovación práctica y, desde este prisma, un proceso planificado que responde a la necesidad de transformación de la enseñanza meramente teórica a un aprendizaje más aplicado para un mejor logro de los objetivos (Fullan, 2002; Ortega, Ramírez,

Torres, López, Servín, Suárez y Ruiz, 2007). Es indudable que el alumno se beneficia de las herramientas ofrecidas por la red. Pero ello requiere acciones educativas previas relacionadas con el uso, selección, utilización y organización de la información encontrada. Se pretende un uso racional de las TIC para una mejor enseñanza, apoyada en el entorno web cuyo uso puede constituir práctica habitual en la enseñanza presencial. Un acierto en la identificación y elección de nuevas actividades, que queden inmersas en la planificación de las materias, permite fomentar y estimular el ya mencionado deseo de los alumnos por el aprendizaje, posibilitando una mejora en la consecución de los objetivos planteados.

De esta forma se han ejecutado dos proyectos de innovación docente (PID) durante el curso 2012-2013 en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Navarra, en los que se han implicado profesores de distintas áreas de conocimiento de la Química. En el primero de ellos se ha pretendido identificar elementos propios del ejercicio profesional del químico en sus distintos campos que tengan relación directa con aspectos propios de las áreas de conocimiento de la Química Inorgánica y Química Analítica. Asimismo, se han buscado ejemplos y se han elaborado temas breves de modo que relacionen los contenidos teóricos o teórico-prácticos de las asignaturas con el desarrollo de una actividad concreta en el ejercicio de la profesión de químico en dichas áreas. En el segundo proyecto se han seleccionado, de entre los existentes en la web, videos e infográficos de interés y calidad acordes con la temática que se imparte en materias de Química Inorgánica, Química Analítica y Química Física en el grado de Química.

## Objetivos

Con el fin de establecer vínculos entre distintas materias que conforman el grado de Química y el ejercicio profesional de un químico y, por otro lado, de superar las dificultades que conllevan el alto grado de abstracción de algunos contenidos de dichas materias por parte de unos alumnos claramente influidos por una sociedad marcadamente audiovisual, se ha pretendido, por una parte, identificar diversos elementos propios del ejercicio profesional del químico en sus distintos campos que tengan relación lo más directa posible con aspectos propios de las materias de Química Inorgánica y Química Analítica y, por otra parte, buscar y seleccionar videos e infográficos existentes en la web relacionados con las mencionadas materias además de la Química Física, para incluirlos en la programación de las clases. Específicamente se indican como objetivos:

1. Mejorar y actualizar los contenidos docentes de las materias antes mencionadas mediante la inclusión de ejemplos desarrollados y/o temas breves que pongan en relación los conocimientos teóricos o teórico-prácticos aprendidos en las asignaturas con el desarrollo de una actividad concreta en el ejercicio de la profesión de químico.
2. Ampliar el horizonte de conocimiento de la profesión de químico y de las aplicaciones de las materias químicas consideradas básicas.
3. Diversificar las herramientas docentes en las materias citadas y mejorar y reforzar las estrategias de transmisión del conocimiento.
4. Mejorar el grado de comprensión del alumno y de asimilación de los contenidos específicos con la proyección de videos o con el visionado de infográficos relacionados.
5. Conseguir un proceso de retroalimentación de los proyectos mediante la colaboración voluntaria de alumnos que determine su impresión relativa a los temas explicados y a los videos e infográficos utilizados: su adecuada contextualización, interés profesional, interés objetivo del tema planteado, incentivación del estudio, etc.

## Acciones realizadas y sus resultados

El desarrollo de los proyectos ha permitido llevar a cabo las acciones que a continuación se detallan:

- Una prospección bibliográfica para la selección de ejemplos adecuados que ilustren casos concretos relacionados con el ejercicio profesional del químico en diversos campos de trabajo, como los ámbitos siderometalúrgico, farmacéutico, agroalimentario, así

como en el campo de la sostenibilidad medioambiental (muestras de aguas naturales, contaminantes en el aire, pesticidas en suelos, etc.), entre otros.

- La explicación a los alumnos en el aula de ejemplos y temas con especial incidencia en la relación con el ejercicio profesional del químico.
- Una búsqueda en la web de, al menos cinco videos e infográficos diferentes por cada una de las materias objeto del PID, a saber: Termodinámica Estadística y Fenómenos de Transporte, Química del Estado Sólido, Química Cuántica y Espectroscopía, Fundamentos de Química Inorgánica y Ciencia de Materiales.
- La proyección en el aula en el contexto del tema adecuada acompañada de una explicación previa de los contenidos fundamentales del material seleccionado y su relación con el tema en esos momentos abordado en la materia.

La Tabla 1 a continuación resume algunos de los ejemplos empleados para ilustrar tareas propias del *ejercicio profesional* del químico en las diversas materias.

Tabla 1: Actividades tomadas como ejemplos ilustrativos del ejercicio profesional del químico y su relación con el contenido de materias afines

Ejemplo profesionalizante	Asignatura	Objetivos / Finalidad/Tema de la materia relacionado
Análisis de elementos minoritarios incorporados durante el proceso BOP para conferir propiedades a los aceros	Química Analítica	Aplicación práctica, mediante uso de métodos rápidos y sensibles, que permitan la corrección en la colada en caliente, dentro de la industria siderometalúrgica
Determinación cuantitativa de contenido proteico en matrices alimenticias diversas (carnes, pescados, cereales...)	Química Analítica	Aplicación del método Kjeldahl para valorar nitrógeno mediante volumetría ácido-base, de amplio uso en la industria agroalimentaria, en el control de calidad
Determinación del contenido en principio activo para especialidades farmacéuticas	Química Analítica	Empleo de diversos métodos volumétricos y gravimétricos que permiten la cuantificación de especies minoritarias (industria farmacéutica).
Determinación de oxígeno en aguas naturales; determinación del pH de aguas oceánicas; estimación de tóxicos emitidos en procesos de combustión de materiales fósiles; determinación de elementos traza de alto valor añadido.	Química Analítica	Aplicación del método de Winkler, típico de buques oceanográficos, para el control del contenido mínimo de oxígeno que permite la pervivencia de especies. Cuantificación de óxidos diversos en emanaciones industriales. Uso de métodos gravimétricos sensibilizados para cuantificar metales de la mena del platino.
Potabilización de aguas mediante derivados clorados	Química Inorgánica	Ilustrar, dentro del capítulo de halógenos y sus aplicaciones, un ejemplo clásico de actividad de químicos encargados del control de aguas de consumo
Influencia del cambio de polimorfo en relación con la biodisponibilidad del principio activo	Química Inorgánica	En la Inorgánica descriptiva, la importancia de la solubilidad de los polimorfos se complementa con este ejemplo clásico relacionado con la bioinorgánica y la monitorización de fármacos, para químicos trabajando en el sector de industria farmacéutica.
Influencia del peso molecular de un polímero en relación con la viscosidad del medio: colirios y lágrimas artificiales	Química Inorgánica	Al estudiar el diferente comportamiento de viscosidad del azufre líquido en función del PM de las cadenas, se ilustró la importancia con este ejemplo relacionado con la actividad del químico en plantas de diseño galénico
Desarrollo de pesticidas y tóxicos para protección de cultivos	Química Inorgánica	Por analogía con organofosforados y bloqueo irreversible de la acetilcolinesterasa, dentro del capítulo de ácidos y bases, HSAB, se encuadra este ejemplo en relación con la industria química de desarrollo de pesticidas
Preparación y uso del óxido de cromo (III)	Química Inorgánica	Adquisición de conocimientos acerca de la composición y fabricación de cerámicas esmaltadas para la mejora del perfil profesional del alumno
Obtención de cloruro de estaño (IV) y generación de cloro	Química Inorgánica	Adquisición de conocimientos sobre procesos de desinfección de aguas y fuentes de cloro utilizadas en la cloración de piscinas para la mejora del perfil profesional del alumno
Determinación de elementos alcalinotérreos mayoritarios en aguas de consumo humano	Química Analítica	Aplicación de las metodologías al uso para la determinación de la dureza de las aguas de consumo humano y uso industrial.
Determinación potenciométrica de fluoruros	Química Analítica	Dentro de la industria química, determinación de fluoruros cuyo contenido debe estar regulado en pastas de dientes y en aguas.

Fuente: Fernández, Álvarez, Navarro-Blasco y Durán, 2013.

En todos los casos se trata de ejemplos cuyo estudio sirve para afianzar la base teórica adquirida y a la vez da una panorámica muy realista de los diversos campos de aplicación de las áreas de la Química Inorgánica y Analítica. Por término medio, los ejemplos de aula requieren unos 15 minutos de explicación y resolución y una duración variable en la aplicación práctica (caso de los cuatro últimos incluidos en la Tabla 1 correspondiente a experimentos prácticos de laboratorio).

Se trataba de conseguir un proceso de retroalimentación de los proyectos mediante la colaboración voluntaria de alumnos que determine su impresión relativa acerca de los temas abordados. Para ello los alumnos fueron interpelados sobre la utilidad de estos ejemplos con un cuestionario elaborado a tal fin e incluido en el anexo 1.

Pese a que el número de muestreo es relativamente bajo, 18, hemos tenido una respuesta del 100% de alumnos. Los resultados estudiados de manera global, muestran los siguientes valores para las siete cuestiones incluidas en el anexo 1 con criterio numérico:

Tabla 2: Análisis estadístico aplicado a las respuestas manifestadas por los estudiantes a las cuestiones incluidas en el anexo 1

	Mediana	Media ponderada	Percentil 5	Percentil 95
Cuestión 1	4,0	4,1	3,0	5,0
Cuestión 2	4,0	3,9	3,0	5,0
Cuestión 3	4,0	3,8	3,0	5,0
Cuestión 4	4,0	4,0	3,0	5,0
Cuestión 5	4,0	4,1	3,0	5,0
Cuestión 6	4,0	4,0	3,0	5,0
Cuestión 7	4,0	4,0	3,0	5,0

Fuente: Fernández, Álvarez, Navarro-Blasco y Durán, 2013.

Puede indicarse, como resultado general, que esta actividad ha sido muy bien apreciada por los alumnos. Si bien ha despertado interés por los campos de aplicación de la Química, algunos de ellos manifiestan que no siempre les ha ayudado a la hora de mejorar en su estudio. Se han cubierto con claridad los objetivos propuestos de identificación de campos de aplicación de los conceptos teóricos explicados y de poner en relación al alumno con el ejercicio profesional del químico.

Los alumnos mayoritariamente venían de forma positiva la inclusión de más ejemplos de este tipo (cfr. respuestas a la 7ª cuestión incluida en el anexo 1).

La Tabla 3 que se adjunta a continuación resume algunos de los títulos de *videos e infográficos* empleados en las diversas materias y el objetivo específico perseguido con el empleo de cada uno de ellos con el fin de favorecer el aprendizaje de los alumnos.

Tabla 3: Vídeos e infográficos seleccionados en diferentes materias con los objetivos perseguidos en cada caso

Título del video (V) o infográfico (I)	Asignatura	Objetivos / Finalidad
Maze solving by Chemotactic Droplets (V)	Termodinámica Estadística y Fenómenos de Transporte	Mostrar un ejemplo biomimético de la quimiotaxis
Oil on Water Calming Effect (V)	Termodinámica Estadística y Fenómenos de Transporte	Mostrar un experimento similar al de Franklin en 1774 (monocapa de aceite sobre agua)
Sputtering (V)	Química del Estado Sólido	Técnica de sputtering para preparar películas delgadas y ver sus aplicaciones y su funcionamiento
Diffraction by synchrotron (V)	Química del Estado Sólido	Posibilidades que ofrece la radiación sincrotrón en la caracterización de materiales
1D quantum mechanics (I)	Química Cuántica y Espectroscopía	Efectos que tiene el confinamiento espacial de una partícula pequeña en un pozo de energía potencial.

Título del video (V) o infográfico (I)	Asignatura	Objetivos / Finalidad
2-D rectangular square well applet (I)	Química Cuántica y Espectroscopía	Explorar el tipo de funciones de onda y conceptos relacionados para cada sistema
El gas RADÓN, un peligro doméstico (I)	Fundamentos de Química Inorgánica	Visualizar las vías de penetración del radón desde el subsuelo hasta el interior de las viviendas
El enriquecimiento del uranio (I)	Fundamentos de Química Inorgánica	Proceso de enriquecimiento de uranio mediante fluoración y uso de centrifugas de gas
Meissner Effect (V)	Ciencia de Materiales	Superconductores y aplicaciones (trenes de levitación magnética)
Cristales Líquidos: a) Cuarto estado de la materia: Entre el sólido y el líquido (I); b) Escena de la serie CSI (Crime Scene Investigation) (V)	Ciencia de Materiales	Mostrar la composición, aplicaciones y funcionamiento de los cristales líquidos

Fuente: Álvarez, Fernández, Isasi, Durán, Navarro-Blasco, González-Gaitano y Sirera, 2013.

En el caso de los vídeos se trata por lo general de material audiovisual de entre 2 a 7 minutos de duración, en muchas de las ocasiones en inglés, lo que mejora además las competencias lingüísticas de los alumnos, sobre temas específicos (por ejemplo, el efecto Meissner o levitación magnética, así como la visualización de la técnica de sputtering para la preparación de un material en forma de película delgada sobre un sustrato o el modo real de vulcanizar el caucho para obtener un material válido para suelas de botas de goma, entre muchos otros). Otra alternativa a los vídeos ha sido el empleo de applets, con aplicaciones específicas para comprender, por ejemplo, los tipos de funciones de onda y su representación. Los infográficos sintetizan de manera fija, mediante gráficos, imágenes y texto un proceso concreto, como por ejemplo el proceso de enriquecimiento del uranio (mediante fluoración y posterior centrifugación en cadena del SF<sub>6</sub> obtenido).

Los alumnos fueron interpelados sobre la utilidad de estas herramientas mediante el cuestionario *ad hoc* adjuntado en el anexo 2.

Los resultados estudiados de manera global, para una población de 70 alumnos, muestran los siguientes valores para las cinco cuestiones con criterio numérico:

Tabla 4: Análisis estadístico de las respuestas proporcionadas por los estudiantes a las cuestiones incluidas en el anexo 2

	Mediana	Media ponderada	Percentil 5	Percentil 95
Cuestión 1	4,0	4,0	3,0	5,0
Cuestión 2	4,0	4,2	3,0	5,0
Cuestión 3	3,5	3,6	2,0	5,0
Cuestión 4	4,0	4,2	3,0	5,0
Cuestión 5	4,0	3,9	2,4	5,0

Fuente: Álvarez, Fernández, Isasi, Durán, Navarro-Blasco, González-Gaitano y Sirera, 2013.

En general, la percepción de los alumnos es ciertamente positiva en términos de interés por esas partes de la materia y de mejora de la comprensión y de la retención (cuestiones 1, 2 y 4 del anexo 2). La relación directa con el estudio y dedicación a esas partes de la materia reforzadas por vídeos o infográficos ofrece un valor algo más bajo, aunque se mantiene entre el valor medio y alto (cuestión 3). La mayoría de alumnos consideraría positiva la inclusión de más material audiovisual como el utilizado para otras partes de la materia (cuestión 5). Cabe incluir en el trabajo los comentarios abiertos realizados por los alumnos (cuestión 6, Observaciones) que ponen de manifiesto estas impresiones positivas. Se muestran algunos de ellos:

Tabla 5: Extracto de algunos comentarios realizados por los estudiantes en respuesta a la cuestión 6 del anexo 2

Los videos están bien y sí que ayudan a comprender mejor el funcionamiento de los equipamientos.
Con los videos se aprenden y entienden mejor aspectos más teóricos de la asignatura, y me han parecido muy interesantes porque hemos visto el funcionamiento de diferentes técnicas.
Considero que el visionado de videos resulta muy interesante sobre todo en la última parte de la asignatura, algo más descriptiva. La utilización de un mayor número de videos, incluso de mayor duración sería positivo.
Los videos me han ayudado, por ejemplo a ver aplicaciones prácticas de lo visto en clase y ver aspectos que de otra forma quedan poco claros. En mi opinión, más videos abordarían más aspectos de la asignatura.
En general, para ayudar a la comprensión del estudio los applets han ayudado y bastante en la comprensión de lo explicado en clase.
En mi opinión, creo que es una buena técnica para ayudar a la retención de los contenidos de la asignatura.
Al ser una asignatura tan abstracta el uso de applets ayuda bastante

Fuente: Álvarez, Fernández, Isasi, Durán, Navarro-Blasco, González-Gaitano y Sirera, 2013.

## Conclusiones

Este trabajo ha recogido los resultados de aplicar dos proyectos de innovación docente a alumnos universitarios que cursan el grado de Química en la Universidad de Navarra. Se trataba de evaluar, por un lado, la incidencia en el aprendizaje de la exposición de ejemplos desarrollados que ilustren el ejercicio profesional del químico en el contexto de algunas materias del grado de Química y, por otro lado, los efectos de la utilización de videos e infográficos disponibles en internet en la adquisición de conocimientos químicos. A la vista de los resultados expuestos se consideran conseguidos los objetivos de los proyectos, resumidos en establecer relaciones entre los contenidos que conforman los programas de las materias seleccionadas y la actividad profesional del químico y en una mejora en el grado de comprensión y en la asimilación de contenidos especializados por parte del alumno. Los profesores participantes pretenden mejorar en cursos venideros, a tenor de las sugerencias hechas por los alumnos, tanto en la variedad como en el número de videos e infográficos proyectados, así como de ejemplos utilizados para relacionar la actividad profesional del químico con el contenido de las materias incluidas en el proyecto.

Asimismo, se pretende utilizar el material seleccionado como herramienta docente en cursos próximos, ampliarlo en algunos casos y adecuarlo en duración y enfoque en otros.

Los resultados de los proyectos de innovación docente incluidos en este trabajo son alentadores para posibilidades de mejora en la enseñanza universitaria de grados experimentales a través del empleo de recursos multimedia disponibles en internet.

## Agradecimientos

Se agradece al Departamento de Química y Edafología de la Universidad de Navarra la financiación de esta propuesta.

## **Anexo 1**

### ***Cuestionario***

El estudiante calificaba cada uno de los cinco enunciados del 1 al 5 (1: nada, muy bajo; 2: algo, bajo; 3: hasta cierto punto, medio; 4: bastante, alto; 5: mucho, muy alto).

1. La incorporación de ejemplos relacionados con el ejercicio profesional ha despertado mi interés por la materia.
2. La incorporación de ejemplos relacionados con el ejercicio profesional ha aumentado mi comprensión de esos apartados de la materia.
3. La incorporación de ejemplos relacionados con el ejercicio profesional ha motivado mi interés por el estudio y mi dedicación a esos apartados de la materia.
4. Considero que esta actividad ha mejorado la retención y asimilación de esos apartados de la materia.
5. La incorporación de ejemplos relacionados con el ejercicio profesional ha incrementado mi visión global del grado.
6. La incorporación de ejemplos relacionados con el ejercicio profesional ha conseguido hacer más amenas las explicaciones de clase.
7. Considero que sería positivo incrementar el número de ejemplos relacionados con el ejercicio profesional para reforzar las explicaciones de clase.

## **Anexo 2**

### ***Cuestionario***

El estudiante calificaba cada uno de los cinco enunciados del 1 al 5 (1: nada, muy bajo; 2: algo, bajo; 3: hasta cierto punto, medio; 4: bastante, alto; 5: mucho, muy alto). En el último punto se abría la posibilidad de que el alumno aportase alguna observación o comentario, lo que podría ser de gran utilidad para evaluar si se alcanzaron los objetivos inicialmente propuestos.

1. El visionado de vídeos e infográficos de ciertas partes de la materia ha conseguido despertar el interés por esas partes de la materia.
2. El visionado de vídeos e infográficos de ciertas partes de la materia ha aumentado mi comprensión de esos apartados de la asignatura.
3. Considero que esta actividad ha favorecido mi interés por el estudio y mi dedicación a esos apartados de la asignatura.
4. Considero que esta actividad ha mejorado la retención y asimilación de esos apartados de la asignatura.
5. Considero que sería positivo incrementar el número de apartados de esta materia en los que se incluye algún vídeo o infográfico para reforzar las explicaciones de clase.
6. Observaciones/comentarios.

## REFERENCIAS

- Alonso Tapia, J. (1995). *Motivación y aprendizaje en el aula. Cómo enseñar a pensar*. Madrid: Santillana.
- Álvarez, J.I.; Fernández, J.M.; Isasi, J.R.; Durán, A.; Navarro-Blasco, I.; González-Gaitano, G.; Sirera, R. (2013). *Incorporación de vídeos e infográficos de interés a la docencia en Química*. Pamplona: Universidad de Navarra. Disponible en: <http://www.unav.edu/documents/29813/3102148/pidciencias1-2012-2013.pdf>.
- Brockbank, A., McGill, I. (1998). *Facilitating Reflective Learning in Higher Education*. London: Society for Research into Higher Education.
- Fernández, J.M.; Álvarez, J.I.; Navarro-Blasco, I.; Durán, A. (2013). *Mejora del perfil profesional del químico en la enseñanza de Química Inorgánica y Analítica*. Pamplona: Universidad de Navarra. Disponible en: <http://www.unav.edu/documents/29813/3102148/pidciencias2-2012-2013.pdf>.
- Fry, H.; Ketteridge, S.; Marshall, S. (2003). *A Handbook for Teaching y Learning in Higher Education. Enhancing Academic Practice*. London: Routledge Falmer.
- Fullan, M. (2002). *Liderar en una cultura de cambio*. Barcelona: Octaedro.
- Gairín, J.; Feixas, M.; Guillamón, C.; Quinquer, D. (2004). “La tutoría académica en el escenario europeo de educación superior”. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 18: 66-77.
- González J., Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Bilbao: Universidad de Deusto-Universidad de Groningen.
- Ortega Cuenca, P.; Ramírez Solís, M. A.; Torres Guerrero, J. L.; López Rayón, A. E.; Servín Martínez, C. Y.; Suárez Téllez, L.; Ruiz Hernández, B. (2007). “Modelo de Innovación Educativa. Un marco para la formación y el desarrollo de una cultura de la innovación”. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 10(1): 145-173.
- Pérez i Garcías. (2002). “Nuevas estrategias didácticas en entornos digitales para la enseñanza superior”. En *Didáctica y tecnología educativa para la Universidad en un mundo digital*, Salinas, J y Batista, A. (coords.). Universidad de Panamá: Imprenta Universitaria, Panamá.
- Ramsden, P. (2003). *Learning to Teach in Higher Education*. Londres: Routledge Falmer.
- Salinas, J. (2004). “Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria”. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento* 1(1): 1-16.
- Schmuck, R. (1972). *Handbook of Organization development in schools*. National Press Oregón.
- Tomusk, V. (2006). *Creating the European Area of Higher Education: Voices from the periphery*. Dordrecht: Springer.
- Zabalza, MA. (2002). *La enseñanza universitaria: el escenario y sus protagonistas*. Madrid: Narcea.

## SOBRE LOS AUTORES

**Rafael Sirera:** Profesor Titular de Química Inorgánica de la Universidad de Navarra. Actualmente su labor investigadora se centra en el campo de los nuevos materiales, en dos líneas fundamentalmente. Por una parte en el estudio de materiales de construcción con matrices cementicias y, por otra parte, en la investigación de películas delgadas basadas en óxidos con propiedades eléctricas. Forma parte del grupo de investigación MIMED (Materiales Inorgánicos y Medio ambiente) vinculado al departamento de Química y Edafología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Navarra. Con amplia experiencia docente universitaria su implicación en estas tareas le ha empujado a desarrollar junto a otros colegas proyectos de innovación docente.

**José Ignacio Álvarez:** Profesor Titular de Química Inorgánica de la Universidad de Navarra. Lidera el grupo de investigación MIMED (Materiales Inorgánicos y Medioambiente) vinculado al Depar-

tamento de Química y Edafología de la Facultad de Ciencias de la mencionada universidad y dedicado al estudio de materiales de construcción basados en matrices de cemento (<http://www.unav.es/departamento/mimed/>). Con amplia experiencia docente universitaria participa en diferentes proyectos de innovación docente.

**Adrián Durán:** Profesor Titular de Química Inorgánica de la Universidad de Navarra. Forma parte del grupo de investigación MIMED (Materiales Inorgánicos y Medioambiente) vinculado al Departamento de Química y Edafología de la Facultad de Ciencias de la citada universidad. Su investigación está centrada en el estudio de materiales de construcción basados en matrices cementicias y en el Patrimonio Histórico-cultural (<http://www.unav.es/departamento/mimed/>). Con experiencia docente en universidades y centros de investigación, participa en tareas de divulgación y en proyectos de innovación docente.

**José M. Fernández:** Es investigador componente del grupo MIMED (Materiales Inorgánicos y Medioambiente) vinculado al Departamento de Química y Edafología de la Facultad de Ciencias de dicha universidad y actualmente su investigación está dedicada al estudio de materiales de construcción basados en matrices cementicias (<http://www.unav.es/departamento/mimed/>). Con amplia experiencia docente en universidades nacionales y extranjeras participa en diversos proyectos de innovación docente.

**Gustavo González-Gaitano:** Profesor Titular de Química-Física del Departamento de Química y Edafología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Navarra. Ha desarrollado su investigación en los campos de la Química Supramolecular y Coloidal (<http://www.unav.es/departamento/physchem/>). Posee una larga trayectoria docente universitaria y de asesoramiento académico.

**José Ramón Isasi:** Doctor en Ciencias Químicas, especializado en Química Física de macromoléculas y coloides, ha investigado acerca de mezclas de polímeros, cristalización de poliolefinas, resinas adsorbentes, encapsulación y geles autoensamblados. Actualmente es profesor y director del departamento de Química y Edafología en la Universidad de Navarra. Posee amplia experiencia en actividades de divulgación científica dirigidas a públicos de todas las edades.

**Íñigo Navarro-Blasco:** Profesor Titular de Química Analítica de la Universidad de Navarra. Es investigador del grupo de investigación MIMED (Materiales Inorgánicos y Medioambiente) perteneciente al Departamento de Química y Edafología de la Facultad de Ciencias de dicha universidad, dedicado al estudio y caracterización de materiales de construcción basados en matrices de cemento (<http://www.unav.es/departamento/mimed/>). Su amplia experiencia como profesor universitario la complementa con la participación en proyectos de innovación docente.