

## ¿Puede un libro de texto atípico inducir a la innovación docente-discente?

## How do university teachers use digital technologies in class?

**M.E. González-Alfaya**

**M.A. López-Jiménez**

**A.I. López-Lorente**

**M.L. Soriano Dotor**

Universidad de Córdoba (España)

**M. Valcárcel**

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid (España)

**M.E. González-Alfaya**

**M.A. López-Jiménez**

**A.I. López-Lorente**

**M.L. Soriano Dotor**

Universidad de Córdoba (España)

**M. Valcárcel**

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid (España)

### Resumen

En este artículo se describe una obra docente atípica, con intención de ser rompedora, orientada a contribuir de forma amigable y asequible a una innovación docente-discente de una materia universitaria dedicada a los fundamentos/principios de un área de conocimiento. Como "casos de estudio" se han utilizado la Química Analítica y la Nanotecnología. El contenido del artículo se contextualiza en el apartado

### Abstract

The main goal of this article is the description of a peculiar textbook which aims to contribute in a friendly and available way to the teacher-student relationship in a subject devoted to the foundations of a discipline. Analytical Chemistry and Nanotechnology have been selected as case studies. The description of the true concept of innovation in the framework of Einstein and Khun thoughts, as well as the two approaches (*top-down* and *bottom-*

Introducción del mismo donde se describe el concepto verdadero de innovación en el marco de los enfoques de Einstein y Khun, y se exponen las dos formas (*top-down* y *bottom-up*) de abordar la enseñanza-aprendizaje de los fundamentos de una área de conocimiento. La obra docente consta de un CD con aproximadamente 350 imágenes (descargables en *PowerPoint*) con movimientos y un libro de texto que contiene la explicación detallada de cada diapositiva; así como dos anexos con un glosario de 250 términos y la resolución detallada de unas 240 cuestiones, respectivamente. La innovación docente-discente principal que aporta es que las imágenes tienen un mayor peso específico que el texto, lo que implica cambiar los roles del profesor y del estudiante en horas presenciales y no presenciales. Otras innovaciones a destacar son la participación de una estudiante como coautora, las referencias cruzadas permanentes para contextualizar al estudiante; así como el empleo permanente de ejemplos de la vida real y actual para apoyar los conceptos típicos de un libro de fundamentos. Esta innovación se ha extrapolado con éxito a un *e-book* de divulgación de la nanotecnología a los ciudadanos, que también se describe sucintamente al final del artículo.

**Palabras clave:** Innovación docente-discente, universidades, química analítica, libro docente, e-book, diapositivas, fundamentos, imágenes predominantes, divulgación, nanotecnología.

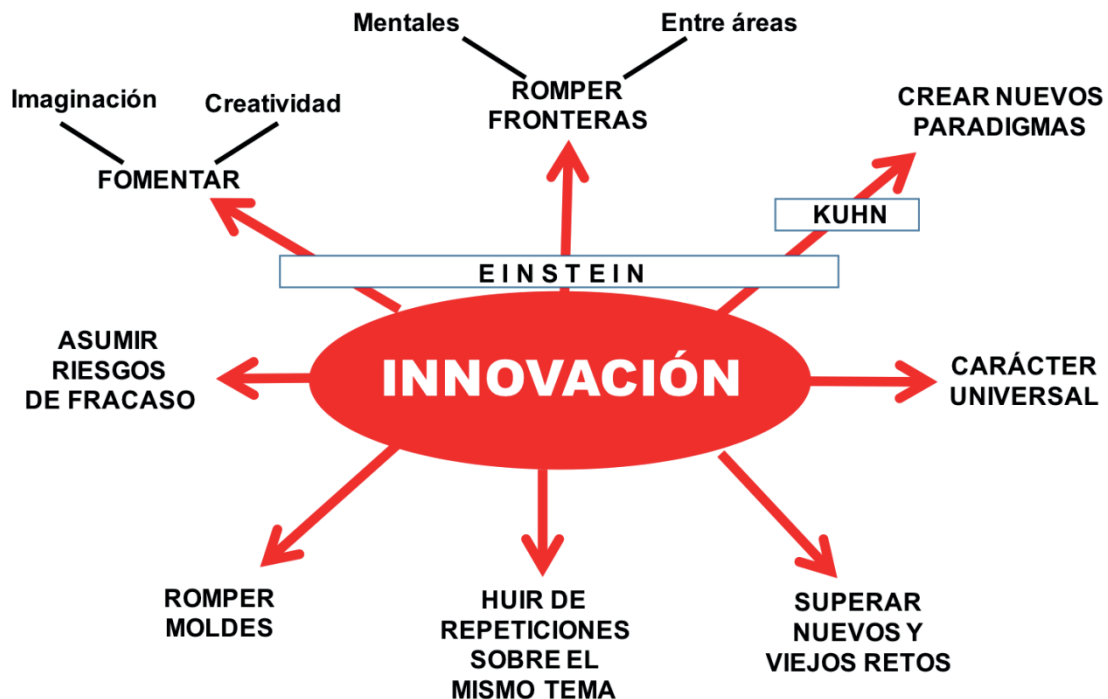
*up*) to teach and learn the foundations of an area of knowledge is the subject matter of the Introduction of the paper. The so-named “textbook” is composed by two essential parts. On the one hand, a CD room contains 350 dynamic downloadable images (*PowerPoint*), and, on the other, a book containing the detailed explanation of each image and its dynamics, a glossary of terms and the detailed responses to 240 questions posed at the end of the chapters. The principal teaching-learning innovation consists of the major relative importance of the images versus the text, which is designed to support images. In this way, the roles of teachers and students are far from the traditional ones. Other innovations are as follows: the fact that an undergraduate student was a full co-author, the permanent cross references of the teaching message and the use of many examples from the real life. This innovation was successively extrapolated to an e-book devoted to the basic divulgation of nanotechnology to the citizens. This approach is subsequently described at the end of the article.

**Key words:** teaching and learning process innovation, universities, analytical chemistry, teaching book, e-book, slides, foundations, the predominant images, disclosure, nanotechnology.

## Introducción

Una educación integral, bien enfocada, renovada y de calidad es un aspecto crucial en un área de conocimiento o disciplina, ya que transmite una buena imagen de la misma y despierta el interés de los estudiantes, que optarán probablemente por este campo específico en su devenir profesional. Por ello, el proceso de enseñanza-aprendizaje

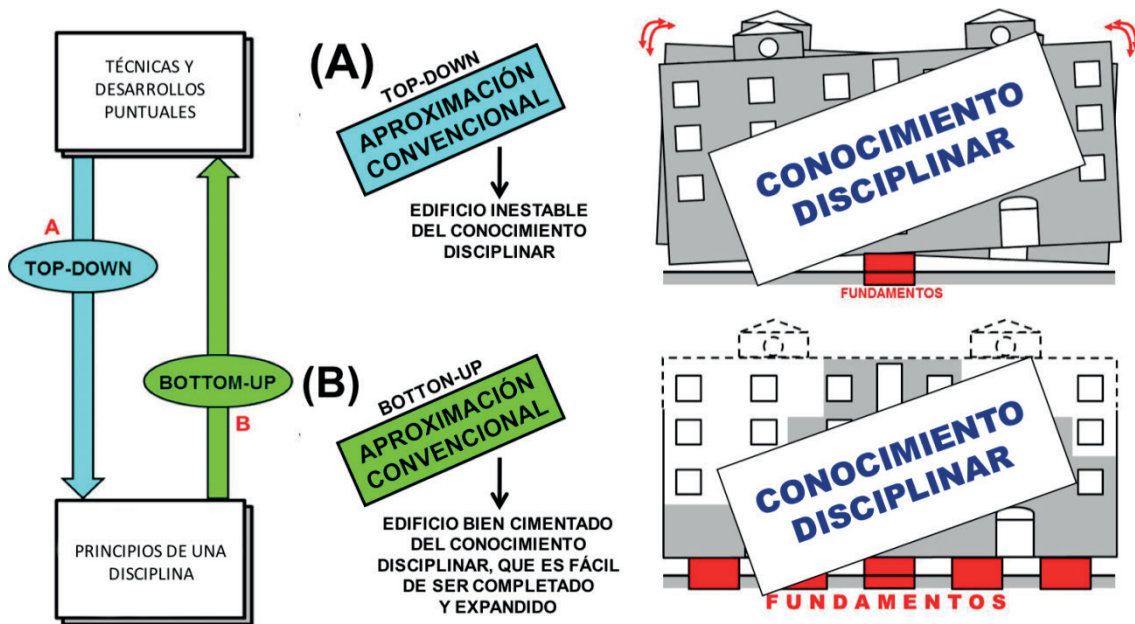
debe ser atrayente, envolvente, interactivo, participativo; abordando temáticas actuales y abandonando las obsoletas. En definitiva, debe ser innovador.



**Figura 1.** Concepto integral de innovación. Elaboración propia. Para detalles, ver texto.

Hay que reconocer que es creciente el empleo de la palabra innovación, muchas veces lejos de lo que realmente implica. El verdadero concepto de innovación (ver Figura 1) debe basarse en las aproximaciones de Einstein (1919) y Kuhn (1970), que suponen fomentar la imaginación y la creatividad, una ruptura de las fronteras mentales y entre áreas, en el contexto de la interdisciplinariedad. La innovación supone, además, asumir riesgos de fracaso, romper moldes tradicionales, huir de las repeticiones sobre un mismo tema (como ocurre en el ámbito musical) y superar viejos y asumir nuevos retos. La innovación tiene un carácter universal, aplicable a cualquier actividad humana: educación, salud, comercio, gestión, industria, medio ambiente, etc. Así es incorrecto asignar a la última etapa de un proceso científico-técnico (I+D+I) como “innovación” cuando en realidad es “transferencia” (I+D+T). ¿No puede haber innovación en la investigación?

El proceso docente-discente para la enseñanza de los fundamentos de una disciplina conforme a un Plan de Estudios basado en asignaturas, puede orientarse según los dos puntos de vista mostrados en la Figura 2.



**Figura 2.-** Las dos estrategias docentes-discentes que se pueden plantear al abordar la relación entre los principios o fundamentos de una disciplina o área de conocimiento y sus técnicas, instrumentos y desarrollos. De la referencia Valcárcel, López-Lorente y López-Jiménez, (2017), reproducida con permiso de UCO-Press.

- A) El tradicional o “*top-down*”, en el que los fundamentos se van transmitiendo mientras se imparten materias sobre las técnicas, desarrollos y aplicaciones, de modo que se desarrolla un edificio inestable del conocimiento disciplinar, excesivamente cargado, pues los cimientos son escasos. En este contexto, es fácil que el aprendizaje de los estudiantes sea superficial y fácil de olvidar por no estar bien asentado y estructurado.
- B) El más novedoso o “*bottom-up*”, consiste en la impartición de una materia/ asignatura de fundamentos de la disciplina, que será la base de las demás materias/asignaturas de la misma en un Grado. De esta forma se construirá un edificio disciplinar bien cimentado, aunque no se termine totalmente durante el Grado. El estudiante egresado podrá completarlo sin dificultad si lo necesita en su desarrollo profesional. Este es un enfoque innovador, fácilmente asimilable por muchas áreas de conocimiento.

En este artículo se describe un libro de texto atípico (Valcárcel, López-Lorente y López-Jiménez, 2017) que puede potenciar la innovación docente-discente, si es adoptado como guía de la materia. En el mismo, se exponen los motivos por los que los autores han optado por escribirlo, la descripción de la obra, las innovaciones introducidas y cómo puede cambiar los roles del profesor y del estudiante si se utiliza como guía. También se aplica esta nueva tecnología a la divulgación científica.

Genéricamente, este artículo puede considerarse una modesta contribución a erradicar la “pedagogía tóxica” en el ámbito universitario, aunque el adjetivo es exagerado y provocador. Acaso (2014) apuesta por una nueva metodología para darle la vuelta a la forma de dar clase introduciendo fórmulas para despertar el deseo de

los estudiantes por aprender. Su método, al que han llamado *ArThinking*, es cercano al empleo de las imágenes como protagonistas de un libro docente, como se hace aquí.

### Estímulos para la propuesta

Son varias las causas por las que los autores se han puesto en marcha para hacer esta propuesta innovadora en el ámbito de los fundamentos de la Química Analítica, pero perfectamente extrapolable a atrás áreas científico-técnicas de las cinco áreas del Saber (Humanidades, Salud, Experimentales, Sociales e Ingenierías/Arquitectura). Estas causas tienen su base en la larga experiencia de uno de los autores impartiendo esta disciplina y son principalmente las siguientes:

1. Necesidad de superar la *dificultad del proceso docente-discente de una asignatura de fundamentos de un área de conocimiento*, por dos motivos:
  - Ordinariamente es una materia cuyo contenido resulta árido y difícil de transmitir y asimilar.
  - Su impartición en los primeros cursos de los Grados conlleva que los discentes son jóvenes estudiantes sin mucho recorrido científico.

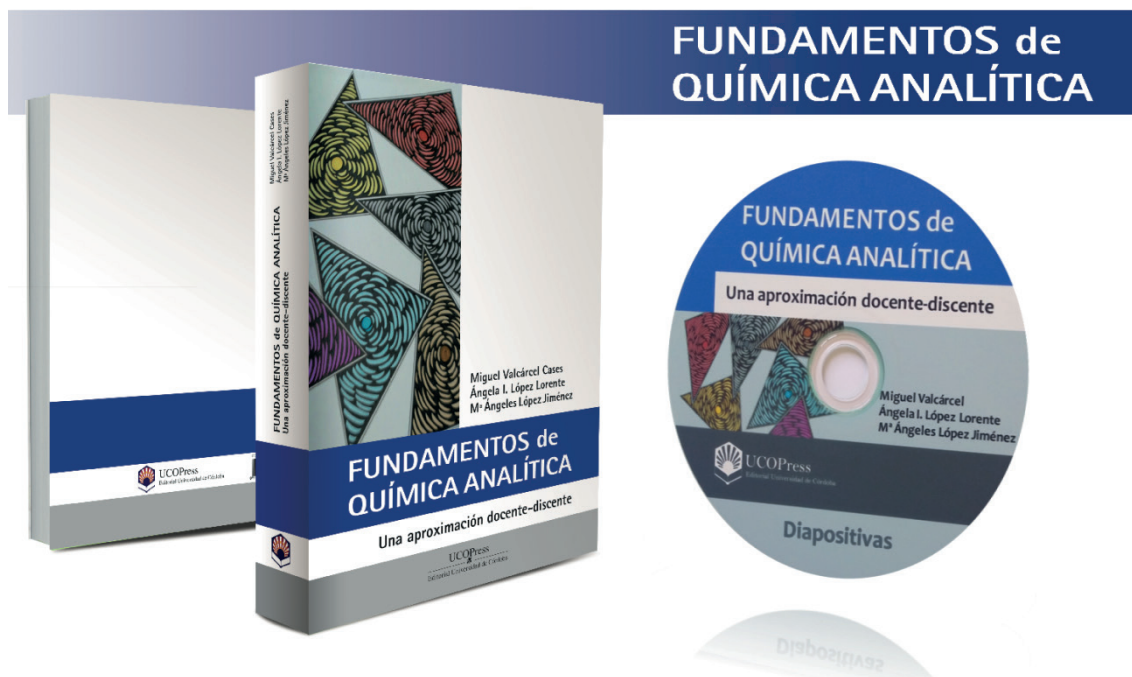
Estos hechos se han tenido permanentemente en cuenta al diseñar las diapositivas y redactar el texto para que resulten muy sencillos, amigables y asequibles con el apoyo, además, de muchos ejemplos de la vida real.

El hecho que de una de las coautoras sea estudiante (M<sup>a</sup> Ángeles López Jiménez) añade valor a esta intención, puesto que ha permitido contar de manera directa con la mirada del estudiante.

2. *Necesidad de dar centralidad al proceso de aprendizaje del estudiante* proclamado por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), pero a través de cambios reales que no sean innecesariamente complejos, inflexibles, agobiantes para los estudiantes y profesores e impliquen pocas mejoras netas respecto a sistemas anteriores. Con el planteamiento de esta obra atípica, se pretende buscar una mayor eficiencia del sistema enseñanza-aprendizaje, hacer que el estudiante se sienta “acompañado” y apoyado en su trabajo no presencial, además de reducir el estrés de estudiantes y profesores, potenciando la sinergia para lograr la meta deseada.
3. *Reforzamiento amigable de la autoevaluación y la evaluación continua*, incorporando en la obra herramientas (cuestiones en cada capítulo y generosa respuesta a las mismas en el Anexo II).

### Descripción del libro

El libro de texto que se describe en este artículo es “Fundamentos de Química Analítica: una aproximación docente-discente” (Valcárcel M., López-Lorente A.I., López-Jiménez M.A., 2017) y se utiliza como modelo extrapolable a otras disciplinas de fundamentos de otras áreas de conocimiento. Las tres partes esenciales de su contenido se describen a continuación (ver Figura 3).

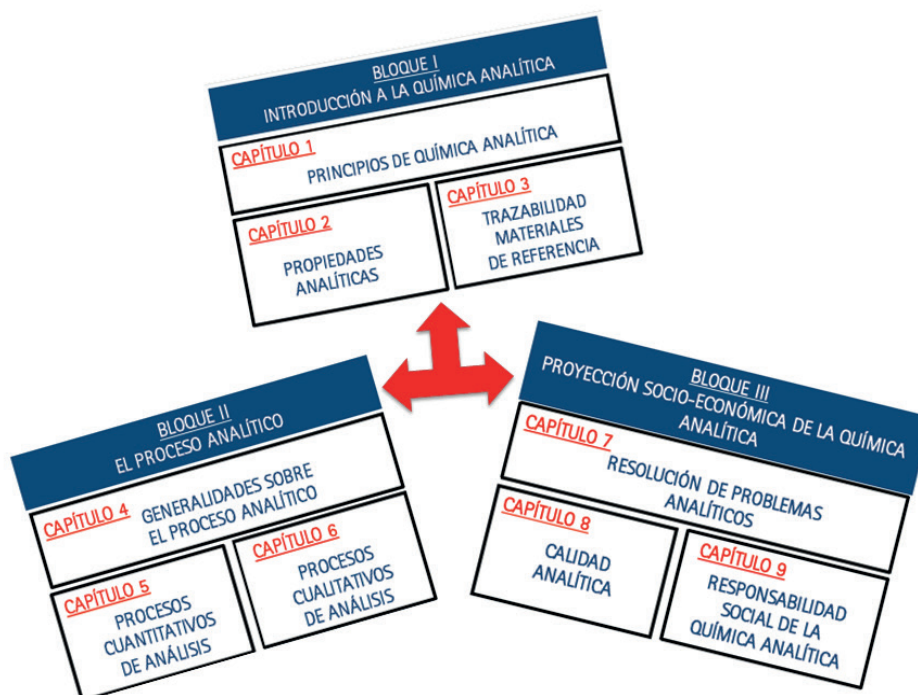


**Figura 3.** Esquema de los elementos esenciales (CD y texto) de la obra “Fundamentos de Química Analítica”.

1. Un CD con un set de unas 350 diapositivas con movimientos que pueden descargarse en el programa *PowerPoint* o similares. Están ordenadas por capítulos. *Cada diapositiva está numerada inequívocamente* con un número identificativo del capítulo donde está y el número correlativo en este capítulo. Así la diapositiva quinta del capítulo 4 será marcada como 4.5. De esta forma cada una es identificable sin ambigüedades a lo largo de la obra. Además, cuando tienen movimientos implicados, éstos se indican con claridad en el texto (ej. si la diapositiva 4.5 tiene tres movimientos, los párrafos del texto se marcarán como 4.5.1, 4.5.2 y 4.5.3). Es la parte más relevante de la obra, pues los autores han basado su propuesta en las imágenes;
2. Un libro aparentemente convencional, pero con un contenido muy atípico. Además de una introducción técnica para orientar a los lectores en la nueva forma propuesta de enseñar y aprender, contiene un texto explicativo de cada una de las diapositivas. De esta forma el estudiante se encuentra “acompañado” en el trabajo no presencial; y
3. Los Anexos (I y II) de este libro docente contienen dos partes que los autores consideran esenciales:

Anexo 1.- Glosario de términos, que suponen la recopilación del argot de la disciplina y un apoyo para el estudio autónomo de los estudiantes.

Anexo 2.- Resolución detallada de las casi 240 cuestiones, numéricas o no, que se han planteado al final de cada capítulo del libro. Es una herramienta para la autoevaluación y la evaluación continua.



**Figura 4.** Contenido temático de la obra “Fundamentos de Química Analítica” estructurado en tres bloques concatenados, cada uno de los cuales tiene tres capítulos. Elaboración propia.

El *contenido científico-técnico de la obra*, que se esquematiza en la Figura 4, se divide en tres Bloques (I, II y III), cada uno de los cuales tiene tres capítulos, es decir, nueve capítulos en total. El primer Bloque está dedicado a los principios de la disciplina, el segundo a la descripción de los procesos de extracción de información (bio)química de objetos o sistemas y el tercero al impacto socio-económico de la disciplina. Como puede observarse hay una relación cíclica entre los Bloques.

El *texto de cada capítulo (numerado como X)* consta de las siguientes partes comunes:

X.A.- **Introducción**, que contiene el resumen del capítulo, el índice (los ítems y sub-ítems que lo componen) y los objetivos docentes a alcanzar.

X.B.- **Texto explicativo de todas las diapositivas** del capítulo debidamente numeradas. Se ordenan por los ítems y sub-ítems del capítulo. Corresponde aproximadamente al 80% del texto.

X.C.- **Bibliografía seleccionada y comentada**. Los criterios de selección han sido la asequibilidad para los estudiantes y la pertinencia.

X.D.- **Cuestiones planteadas sobre la temática del capítulo** para ser resueltas por los estudiantes. Además, podrán comparar sus respuestas con las que se encuentran en el Anexo II de esta obra, y de este modo autoevaluarse.

X.E.- **Diapositivas miniaturizadas correspondientes al capítulo**.

X.F.- **Propuesta de adaptación (reducción)** del contenido del capítulo para impartir la materia Fundamentos de Química Analítica en otros Grados diferentes al de Química.

La *coherencia interna del contenido del texto* ha sido una de las preocupaciones de los autores al escribir el texto de la obra. Por ello se ha hecho uso permanente de referencias cruzadas a otras dispositivos de los otros capítulos. Se ha evitado así que éstos sean compartimientos estancos. De esta forma el estudiante adquiere una visión integral, lo que le facilita el estudio.

Destaca, en toda la obra, la inclusión continua *de ejemplos sobre las demandas de la información (bio)química* y de cómo ésta se genera. Se han usado situaciones de la vida real (ej. análisis de agua de mar para la determinación de hidrocarburos en el contexto del accidente de buque Prestige en Galicia) para exponer el rol de la Química Analítica con dos propósitos: interesar al estudiante; y facilitar que asimile el contenido de lo que representa el ejemplo.

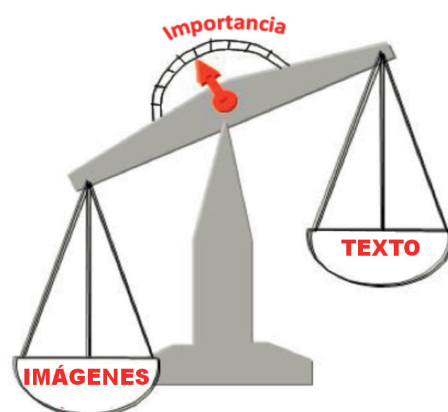
### Innovaciones introducidas

Se esquematizan y justifican en este apartado las innovaciones implícitas en las descripciones de los apartados anteriores:

1. Ofrecer un nuevo marco docente-discente para impartir y aprender una materia/ asignatura de fundamentos/principios de un área de conocimiento en un Grado, que posee un contenido difícil de transmitir y asimilar.

Precisamente la dificultad de la asignatura y la importancia de la comprensión de los principios básicos para así poder desarrollar con mayor facilidad, posteriormente, otros conceptos y habilidades más aplicadas resulta la mayor motivación para introducir un material docente que funcione como un elemento facilitador en ese complejo proceso de aprendizaje del estudiante, hacia el cual todos los esfuerzos docentes deberían estar enfocados. Existe coincidencia al señalar cómo el *PowerPoint* puede ser una muy útil herramienta cuando es usado de modo apropiado (Garret, 2016).

2. Potenciar las imágenes en un CD con las diapositivas descargables en el programa *PowerPoint* o similares frente al texto, que se emplea mayoritariamente para explicar y completar cada diapositiva, tal como se muestra esquemáticamente en la Figura 5.



**Figura 5.-** Mayor relevancia de las imágenes respecto al texto, que es la principal innovación del mismo. De la referencia Valcárcel, López-Lorente y López-Jiménez, (2017). reproducida con permiso de UCO-Press.



Uno de los aspectos en el que existe mayor coincidencia entre los expertos en el uso de esta herramienta es la necesidad de potenciar las imágenes en las diapositivas que se diseñen (Duarte, 2012).

Vadez *et al.*, (2001) citado por Carranza y Celaya (2003) destacan como la imagen es un recurso con elevado poder pedagógico. A través de ella se pretende guiar al usuario de un programa docente a realizar acciones que tienden a la adquisición de conocimientos. Estas mismas autoras señalan cómo la forma en que se interpreta la información cuando se obtiene de la lectura de un texto es claramente diferente a la que se registra a partir de la visualización de una imagen, insistiendo en como los recursos hipermediales adquieren un valor significativo en la interpretación e integración de los contenidos.

3. Obviar el rechazo de los estudiantes al abuso, bastante frecuente, de las diapositivas en clase. Algunos profesores usan indebidamente las diapositivas como guion de clase, para la proyección directa del texto que leen o proyectan (“ametrallan”) cientos de diapositivas para aumentar indebidamente el contenido de la materia sin ampliar los créditos.

A pesar de que, en general, existe una actitud positiva por parte de los estudiantes hacia el buen uso de las diapositivas de *PowerPoint* o similares, por incrementar la claridad, planificación y hacer más amena la aproximación a las materias de estudio (Apperson, 2016), existe asimismo un claro rechazo al uso abusivo, sobre todo cuando se convierte en un simple guion de lectura en la docencia (Bonnycastle, 2015).

4. Incluir entre los autores una estudiante (M<sup>a</sup> Ángeles López Jiménez) que haya cursado la asignatura recientemente y, de esta forma, asegurar que el mensaje docente será fácilmente asimilado por los estudiantes. El papel protagonista que de este modo se le otorga como coautora, está claramente en la línea de conceder al estudiante un papel central depositando al mismo tiempo altas expectativas sobre su desempeño. Estas altas expectativas en relación con los estudiantes resultan uno de los elementos fundamentales y comunes en los docentes que son considerados de excelencia (Bain, 2006). Esta aportación de la mirada estudiantil también coincide, llevada de hecho a sus últimas consecuencias, con la necesidad que Zabalza (2003) señala de no pensar en las materias solo desde su propia lógica y contenido, sino también desde la perspectiva de los estudiantes, para así poder anticipar las dificultades que puedan encontrarse y prever los apoyos que pudiesen resultarles de utilidad.
5. Procurar que el estudiante relacione los conceptos claves de la materia con situaciones de la vida real, mediante la inclusión de ejemplos impactantes relacionados con los mismos. Esta estrategia se completa con la aportación del profesor que puede explicar ejemplos de la vida real recientes que los estudiantes conocen.

En esta línea señala Rué (2007) la necesidad de un saber y saber hacer contextualizado en el nuevo panorama universitario en el que se aboga por las competencias. Esta contextualización solo será posible a través de casos prácticos y reales a los que el estudiante encuentre sentido. Además le servirán

de motivación para el estudio de contenidos que sin relación con la realidad y sin apreciar su utilidad le resultarán especialmente áridos.

6. Apostar porque el estudiante esté permanentemente ubicado en el contexto de la disciplina, para así facilitar su aprendizaje. Para ello se proponen y aplican dos estrategias:
  - a. Una estructuración estricta, concatenada y justificada por el profesor del contenido del libro.
  - b. El empleo permanente de referencias cruzadas en el texto (entre bloques, capítulos y diapositivas) para facilitar la conexión necesaria para relacionar los conceptos expuestos en diferentes Bloques o Capítulos del libro.

Tanto la secuenciación adecuada de los contenidos en el material docente como la continua conexión entre ellos fomentan la posibilidad de conceder al estudiante la oportunidad de realizar un aprendizaje significativo (Ausubel,1990) que le permita relacionar los contenidos nuevos que puede adquirir con otros ya adquiridos en la materia con anterioridad. Los conocimientos previos del estudiante pueden ser en algunos casos incompletos o incluso erróneos y en esos casos el hecho de los contenidos se presenten desde una perspectiva argumentada, rigurosa e interrelacionada le resultará también de gran utilidad en el proceso de construcción de su aprendizaje.

Tanto este punto como el anterior están estrechamente vinculados y responden a las premisas propias de un aprendizaje basado en competencias y centrado en el proceso de aprendizaje del estudiante, que ha de ser contextualizado, continuo y significativo.

7. Apoyar al estudiante en la “soledad” de su actividad no presencial con una herramienta doblemente eficiente: visualiza las imágenes y lee su explicación detallada en el texto específico estructurado en movimientos, tal como puede visualizarse en la Figura 6.



**Figura 6.-** Actividad no presencial de un estudiante con el libro de texto sobre la mesa con los comentarios diferenciados a los cuatro movimientos que tiene la imagen. Elaboración propia.

Una vez más, es necesario resaltar la coherencia de este apoyo al estudiante con uno de los principios en los que se basa el proceso de convergencia hacia el EEES: pasar de una docencia basada en la enseñanza a otra centrada en el aprendizaje (Zabalza, 2002). Por tanto el docente actuará ya no como transmisor de contenidos sino como guía (en este caso en gran medida con la ayuda del material docente que se presenta) en la construcción autónoma del aprendizaje por parte de los estudiantes.

8. Potenciar la autoevaluación amigable por parte del estudiante en su trabajo no presencial mediante el planteamiento de cuestiones, numéricas o no numéricas, de cada tema en cada capítulo y su detallada y generosa respuesta en el Anexo II del libro.

Como señala Biggs (2005), la autoevaluación (*self-assesment*) no solo agudiza el aprendizaje de contenidos, sino que da oportunidad a que los estudiantes aprendan procesos meta cognitivos, que se pedirá que desarrollen en la vida profesional y académica.

9. La evaluación continua puede basarse en la herramienta descrita en el apartado anterior, con mini-exámenes de cada capítulo usando las cuestiones del mismo.

Entendemos que la evaluación ha de ser formativa y para ello se considera como Zabalza (2001) que la evaluación como un recurso para mejorar la calidad de la enseñanza y del aprendizaje. Así, tanto la evaluación continua como la autoevaluación que se presentan en este material didáctico son concebidas y diseñadas como útiles herramientas que ayuden y motiven al estudiante en el proceso de enseñanza.

10. Potenciar la enseñanza a distancia de una materia de principios/fundamentos de un área de conocimiento ya que las características del material docente-discente presentado en este artículo lo hacen ideal cuando no existen clases presenciales regulares. En general, como ya hemos señalado, esta es una herramienta pensada en gran medida para fomentar el trabajo autónomo de los estudiantes y es por ello que puede resultar de gran utilidad tanto en la enseñanza a distancia como en aquellas ocasiones donde existan sesiones flexibles de aprendizaje y no siempre en clase, que resultan propias de un nuevo sistema basado en competencias con centralidad del aprendizaje del alumnado (Tate,1993)

Entendemos que todas las innovaciones hasta aquí presentadas son, en gran medida, el resultado de la asunción de la *doble competencia* que debe poseer un buen docente (Zabalza, 2002): *competencia científica* (mostrando y aportando conocimientos fidedignos del ámbito científico que enseña) y *competencia pedagógica* (comprometido en el apoyo a la formación y el aprendizaje de los estudiantes). Esta *doble competencia* debe impregnar también los materiales didácticos en los que el docente se apoye.

Debe hacerse constar finalmente que el empleo de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) en esta propuesta no se considera una innovación en la segunda década del siglo XXI.

## Impacto en el sistema docente-discente

Al tratarse de una obra poco habitual para apoyar un proceso docente-discente, los autores desean realizar, con todo respeto, algunas consideraciones dirigidas tanto al profesorado como a los estudiantes.

### a. Profesorado

A los responsables de impartir una materia de fundamentos o principios de un área de conocimiento, -el caso en estudio es el de “Fundamentos de Química Analítica” (Valcárcel, López-Lorente y López-Jiménez, 2017)-, les puede parecer que su papel quede minimizado si todo el material docente de esta obra es asequible al estudiante, es decir, que el profesor no se guarda ninguna “carta”. Nunca ha sido la intención de los autores sustituir aspectos insustituibles tales como:

- el gran valor añadido de la clase presencial;
- el contacto directo profesor-alumno;
- la resolución de dudas de los estudiantes;
- el planteamiento de cuestiones *on-time*;
- el percibir el grado de asimilación de los estudiantes;
- el fomento de una autoevaluación de los estudiantes apoyada en consultas;
- el planteamiento de una evaluación continua inteligente de los estudiantes;
- otros que puedan ser pertinentes dependiendo de los contextos.

Es obvio que dictar apuntes o mostrar/comentar diapositivas en clase es totalmente contradictorio con lo que se propone aquí. Entonces, ¿cuál es la misión de un profesor en esta tesitura? Se proponen como funciones del profesor en este nuevo marco:

1. Ejercer como un profesor integral e integrado;
2. Conocer profundamente la disciplina, no solo la materia; por ello se recomienda que los profesores sénior sean los que impartan los principios de la misma. Esto fue habitual en el pasado en las universidades españolas y es común actualmente en universidades de países reconocidos por sus altos estándares de calidad en la docencia;
3. Explicar detalladamente con sus propias palabras las diapositivas y armonizar sus movimientos;
4. Enfatizar las relaciones entre tópicos de las diapositivas de distintos capítulos;
5. Interaccionar con el alumnado de forma permanente, para trabajar con ellos y que se sientan permanentemente apoyados;
6. Exponer casos prácticos (ejemplos) diferentes a los explicados en la obra;
7. Apoyar presencialmente y *on-line* con eficiencia al estudiante en sus dudas y en la resolución de las cuestiones de cada capítulo; y
8. Organizar seminarios de estudio de casos de resolución de problemas analíticos.

## b. Estudiantes

Por otra parte, los estudiantes, que se encontrarán con un nuevo marco de enseñanza-aprendizaje, deberán también cambiar su rol más tradicional de receptor de contenidos e integrarse para mejorar su rendimiento sin los esfuerzos “cuantizados” de los exámenes habituales, ya que esta obra facilita la auténtica evaluación continua. Sus esfuerzos deberán centrarse en:

1. La lectura previa de las diapositivas y el correspondiente texto, que serán la base de la clase;
2. Una participación activa en las clases y seminarios;
3. Establecer una complicidad con el profesor, y
4. Un estudio no presencial armonizado (diapositivas-texto) y más amable lejos de la asimilación de los materiales de memoria, etc.

Casi siempre un cambio de sistema atrae a los estudiantes ansiosos de novedades sin originar más presión temporal.

## Internacionalización de la obra

Editoriales internacionales han mostrado su interés por esta obra recién salida de la Editorial española UCOPRESS. Se ha firmado un contrato con SPRINGER-VERLAG para que la obra vea la luz en inglés en noviembre de 2017 (menos de un año de su publicación en castellano) (Valcárcel, López-Lorente y López-Jiménez, 2017) y en chino mandarín en Mayo de 2018.

Es curioso indicar que la traducción del título es “Foundations of Analytical Chemistry. A teaching-learning approach” en lugar de “Fundamentals...” ya que en inglés estos vocablos tienen significados e implicaciones diferentes. Existen varios libros en inglés con el segundo título (ej. Skoog, West, Holler y Crouch, 2013), que en realidad son libros de Química Analítica General, muy diferentes al que se presenta aquí como “Foundations...”, que es equivalente al publicado hace 17 años por uno de los autores de la obra (Valcárcel, 2000) que se titulaba “Principles of Analytical Chemistry. A Textbook”.

## Extrapolación a la divulgación científica con un e-book

La “filosofía” de la obra descrita en este artículo es fácilmente aplicable a la divulgación científico-técnica. Sobre el grupo de trabajo formado por Miguel Valcárcel, Ángela I. López Lorente, M. Laura Soriano y M<sup>a</sup> Ángeles López Jiménez recae la autoría de este libro electrónico que tiene 650 páginas y del que se pueden descargar 300 diapositivas en el programa *PowerPoint* o similares titulado “Nanotecnología para todos” (Valcárcel, López-Lorente, Soriano-Dotor y López-Jiménez, 2017). Es decir, tiene tanto un set de imágenes como el texto orientado a explicar cada diapositiva. La configuración es levemente distinta al libro anterior, como puede verse en la Figura 7: en cada doble página presentada en forma apaisada aparece la diapositiva estática a la izquierda y a la derecha el texto explicativo correspondiente.

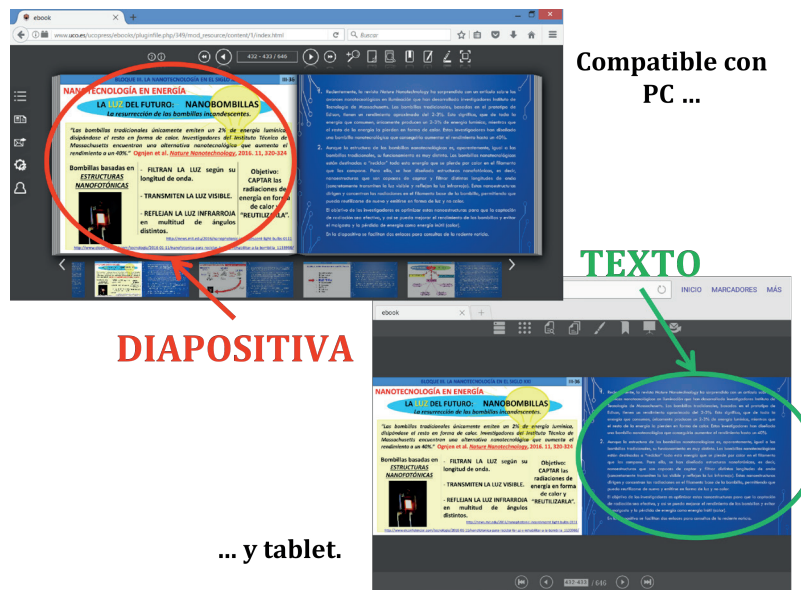


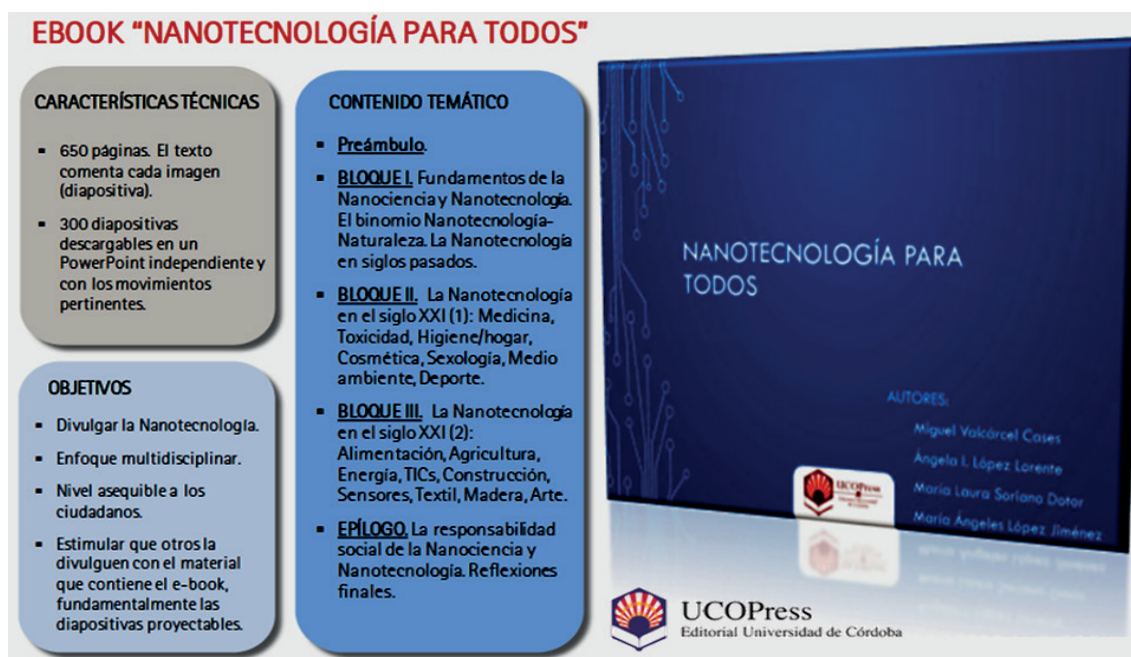
Figura 7. “Pantallazo” de una doble página apaisada en un PC y en una tablet con una imagen dinámica a la izquierda y el texto discriminado por los movimientos en la derecha. Elaboración propia.

El estímulo principal para confeccionar este *e-book* se ha inspirado en una editorial de la prestigiosa revista *Science* (Hassan, 2005), en la que se equiparó el impacto de la Nanotecnología en el siglo XXI con el que tuvieron la máquina de vapor en el siglo XIX, la electricidad en el siglo XX y la informática en la transición de los siglos XX y XXI.

Sus principales objetivos son, por una parte, la divulgación de la Nanotecnología dirigida a un público no especializado y, por otra, facilitar y potenciar que esta divulgación la realicen otros al suministrar una herramienta valiosa: un archivo con todas las diapositivas para ser proyectadas con sus respectivos movimientos.

Las connotaciones sociales del *e-book* son dos. En primer lugar, favorecer que los ciudadanos conozcan las potencialidades y debilidades de la Nanotecnología y, en segundo lugar, que ésta sea patrimonio de todos y no solo de unos pocos (ej. multinacionales, gobiernos, grupos de interés, etc.).

Tal como puede verse en la Figura 8, su contenido está dividido en cinco partes. La primera se dedica a describir los fundamentos científico-técnicos de la Nanotecnología así como sus precedentes en la naturaleza y los avances nanotecnológicos antes del siglo XXI. La segunda y tercera partes se dedican a explicar los avances y perspectivas de la Nanotecnología aplicada a una gran variedad de áreas: Medicina, Toxicología, Higiene, Deporte, Medio Ambiente, Cosmética, Agricultura, Alimentación, Construcción, Sexología, Energía, Arquitectura, Arte, etc. Se termina con una quinta parte dedicada a la responsabilidad social y a las perspectivas de esta tecnología rompedora y revolucionaria.



**Figura 8.** Detalles más relevantes del e-book "NANOTECNOLOGÍA PARA TODOS" UCOPress. Elaboración propia.

Los autores han usado esta estrategia de divulgación en dos cursos de formación permanente con notable éxito entre los asistentes

## Reflexión final

A modo de conclusión, puede responderse afirmativamente a la cuestión planteada en el título de este artículo: un libro de texto atípico, rompedor, puede innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Un "cuello de botella" importante puede ser tanto la actitud como la aptitud del docente, que puede ser muy reacio a cambiar sus apuntes (en algunos casos casi papiros en fundas de plástico) y "jugarse el tipo" con una interacción permanente con los estudiantes, que implica un gran conocimiento y experiencia sobre la disciplina.

En la línea que hemos señalado a lo largo del artículo, como señala Bain (2006) en su amplio estudio sobre *los mejores profesores universitarios*, se requiere un gran conocimiento y pasión por la materia que se imparte al mismo tiempo que una actitud que se base en las altas expectativas sobre el alumnado y por tanto le de protagonismo al mismo y a su proceso de aprendizaje. Con estas premisas, la utilización de un material innovador y riguroso podrá en gran medida contribuir a mejorar tanto el desempeño docente como discente.

Por el contrario, no se prevé ningún problema relevante en relación con los estudiantes por dos razones. La primera porque son a los que va dirigida principalmente la innovación; el estudiante debe ser el actor principal del sistema docente-discente en lugar de un "accidente" como se ha considerado en tiempos pasados. Además, les gustan la "aventuras", explorar terrenos nuevos donde serán los protagonistas.

## Agradecimientos

Los autores desean mostrar su agradecimiento a la editorial de la Universidad de Córdoba, UCOPRESS, y especialmente a su director, Juan Pedro Monferrer, por la receptividad a estas dos propuestas atípicas (libro de texto y e-book), y su dedicación a superar los problemas que toda innovación (en este caso editorial) implica.

## Referencias bibliográficas

- Acaso, M. (2014). *Qué es la pedagogía tóxica* [diapositivas de PowerPoint]. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/Transversalia/03-que-es-la-pedagoga-toxica>
- Apperson, J. M., Laws, E. L. y Scepansky, J. A. (2006). The impact of presentation graphics on students experience in the classroom. *Computers & Education*, 47, 116-126. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.09.003>
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1990). *Psicología educativa. Un punto de cognoscitivo*. México: Trillas.
- Bain, K. (2006). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Biggs, J. B. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Bonnycastle, D. (2015). Reading Your Power Points Is Not Teaching. *Medical Science Educator*, 25(1), 11-13. <https://doi.org/10.1007/s40670-015-0194-7>
- Carranza, M. L. y Celaya, G. (2003). Una estrategia para favorecer la comprensión y el aprendizaje en las ciencias morfológicas: Presentaciones en Power Point. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 9(2), Recuperado de: [http://www.uv.es/relieve/v9n2/RELIEVEv9n2\\_3.htm](http://www.uv.es/relieve/v9n2/RELIEVEv9n2_3.htm). Consultado el 20/05/2017.
- Duarte, N. (2012) *Persuasive presentations*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Garrett, N. (2016). How do academic disciplines use PowerPoint. *Innovative Higher Education*, 41(5), 365-380. <https://doi.org/10.1007/s10755-016-9381-8>
- Hassan, M. H. (2005). Nanotechnology. Small things and big changes in the developing world. *Science*, 309(5731), 65-66. <https://doi.org/10.1126/science.1111138>
- Khun, T. S. (2011). *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Libertad y Progreso (2013). *Albert Einstein: «La imaginación es más importante que el conocimiento»*. Recuperado de: <http://www.libertadyprogresonline.org/2013/09/19/albert-einstein-la-imaginacion-es-mas-importante-que-el-conocimiento/>
- Rué, J. (2007). *Enseñar en la universidad: el EEES como reto para la educación superior*. Madrid: Narcea.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J. y Crouch, S. R. (2013). *Fundamentals of Analytical Chemistry* (9<sup>th</sup> ed.). Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Tate, A. (1993). Quality teaching and the encouragement of enterprise. En Ellis, R. (Ed.), *Quality Assurance for University Teaching* (pp. 285-300). Buckingham: Open University Press.



- Valcárcel, M., López-Lorente, A. I. y López-Jiménez, M. A. (2017). *Fundamentos de Química Analítica. Una aproximación docente-discente*. Córdoba: UCOPRESS, Universidad de Córdoba.
- Valcárcel, M., López-Lorente, A. I., Soriano-Dotor, M. L. y López-Jiménez, M. A. (2017). *Nanotecnología para todos*. Córdoba: UCOPRESS, Universidad de Córdoba.
- Valcárcel, M. (2000). *Principles of Analytical Chemistry. A textbook*. Springer-Verlag: Heilderberg, Alemania. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-57157-2>
- Valdés, M. A., Menéndez, L. M., Valdés, V. G. y Valdés, M. D. (2001). Utilización de textos y gráficos de la enseñanza asistida por ordenador. *Pixel Bit. Revista de Medios y Educación*, 17, 47-51.
- Zabalza, M. A. (2001). Evaluación de los aprendizajes en la Universidad. En García-Valcárcel, A. (Coord.), *Didáctica Universitaria* (pp. 261-291). Madrid: La Muralla.
- Zabalza, M. A. (2002). Estrategias didácticas orientadas al aprendizaje. *Revista Española de Pedagogía*, 217, 459-490.
- Zabalza, M.A. (2003). *Competencias Docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.

---

Artículo concluido el 19 de junio de 2017

González-Alfaya M.E, López-Jimenez, M.A., López-Lorente, A.I, Soriano-Dotor, M.L. y Valcarcel, L. (2017). ¿Puede un libro de texto atípico inducir a la innovación docente-discente? *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 15(2), 295-313.

<https://doi.org/10.4995/redu.2017.7777>

---

**María Elena Gonzalez Alfaya**

**Universidad de Córdoba**

Departamento de Educación. Facultad de Ciencias de la Educación  
ed2goalm@uco.es

Elena González Alfaya es licenciada en Pedagogía por la Universidad de Santiago de Compostela con premio autonómico y nacional de fin de carrera. Doctora Europea por esta misma universidad. Durante el Periodo Predoctoral y postdoctoral ha realizado diferentes estancias en Universidades Europeas (Universidad de Turín, Universidad Bolonia, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, etc.). Desde el año 2008 es profesora en la Universidad de Córdoba dividiendo su interés investigador entre la educación Infantil, la innovación educativa y la formación del profesorado. Ha publicado diferentes artículos y libros relacionados con estas temáticas.

## **M.A. López-Jiménez**

**Universidad de Córdoba**

*Departamento de Química Analítica,  
Instituto Universitario de Investigación en Química Fina y Nanoquímica IUIQFN  
q42lojim@uco.es*

M<sup>a</sup> Ángeles López Jiménez se graduó de sus estudios de secundaria y bachillerato en el año 2013, con Matrícula de Honor y Premio Extraordinario de Bachillerato. Comenzó sus estudios universitarios del Grado en Química en el año académico 2013-2014. Obtuvo calificación sobresaliente con matrícula de honor en la asignatura “Principios de Química Analítica”, a través de la cual conoció y empezó a trabajar con Miguel Valcárcel Cases y Ángela López Lorente, como coautora, para la publicación del libro “Fundamentos de Química Analítica” (UCOPress). También es co-autora de dos presentaciones orales en congresos españoles de 2016 (GRASECA y SEQA, en Almería y Madrid, respectivamente); y ha colaborado como ponente en dos cursos de divulgación sobre Nanotecnología. En este ámbito de la divulgación es coautora del e-book “Nanotecnología para todos” (UCOPress). Actualmente se encuentra terminando sus estudios del grado en Química.

## **A.I. López-Lorente**

**Universidad de Córdoba**

*Departamento de Química Analítica,  
Instituto Universitario de Investigación en Química Fina y Nanoquímica IUIQFN  
q32loloa@uco.es*

La Dr. Ángela I. López Lorente es una investigadora postdoctoral Juan de la Cierva del Departamento de Química Analítica de la Universidad de Córdoba (UCO; España), trabajando en Nanociencia y Nanotecnología Analítica. Ha sido durante dos años becaria postdoctoral Humboldt en el Instituto de Química Analítica y Bioanalítica de la Universidad de Ulm, Alemania. Obtuvo el doctorado en Química (2013) y Máster en Química (2009) en la UCO. Ha realizado estancias breves de investigación postdoctorales en las universidades de Uppsala (Suecia, 2015) y Bari (Italia, 2016). Ha publicado más de 25 artículos en revistas científicas, 7 capítulos de libro y es co-editora de un libro. Además es co-autora del libro “Fundamentos de Química Analítica” y del e-book “Nanotecnología para todos”. Ha recibido premios por su tesis doctoral de la sociedad de espectroscopia aplicada, el grupo andaluz de la sociedad española de química analítica, el premio Lilly, así como el premio extraordinario de la UCO. Además, ha recibido el premio nacional a la excelencia en el rendimiento académico universitario de licenciatura en Química, entre otros.

## **M.L. Soriano Dotor**

**Universidad de Córdoba**

*Departamento de Química Analítica,  
Instituto Universitario de Investigación en Química Fina y Nanoquímica IUIQFN  
qa2sodom@uco.es*

Terminó la tesis en la Universidad de Castilla-La Mancha en el 2007 completando parte de su investigación en las universidades de Viena (2002) y de Oxford (2005). Realizó su primera estancia postdoctoral en la prestigiosa universidad de Durham (2007-2009) en el ámbito de la química supramolecular. Posteriormente trabajó en el laboratorio multidisciplinar de excelencia Elettra Sincrotron y en el departamento de farmacia de la universidad de Trieste (2009-2011) con nanomateriales. En 2012 se incorporó a la universidad de Córdoba, donde ha dirigido trabajos de fin de grado, máster y dos tesis doctorales relacionados con la nanotecnología aplicada a la química analítica. Los frutos de estas líneas de investigación se han materializado en numerosas publicaciones científicas indexadas en las categorías de analytical chemistry, multidisciplinary chemistry, inorganic chemistry y organic chemistry que son base y apoyan el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología Analítica. En el último año ha estado involucrada en la divulgación de la Nanotecnología a un público general, con la preparación del e-book “Nanotecnología para todos” e impartiendo dos cursos con tres de los autores de este artículo. Actualmente sigue investigando en temas tan relevantes como el grafeno y los puntos cuánticos.

## **M. Valcárcel**

**Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid**

*qa1vacam@gmail.com*

Miguel Valcárcel Cases es Catedrático jubilado de la Universidad de Córdoba después de 47 años de dedicación a la docencia, investigación, y transferencia de la Química Analítica en las Universidades de Sevilla (6 años), Illes Balears (1 año) y Córdoba (40 años). Sus líneas de investigación han sido la automatización/miniatuización de procesos de medida química y, en el siglo XX! nanociencia/nanotecnología analíticas. Ha publicado 907 artículos indexados en bases de datos internacionales (95%) del total. Es autor o coautor de 23 monografías en inglés y 30 capítulos en obras multi-autor. En docencia, ha publicado diez textos en castellano y dos en inglés. Fue uno de los pioneros en el establecimiento de la calidad de las universidades españolas y miembro fundador de la ANECA y coordinador de Química de la ANEP. Ha recibido 24 reconocimientos nacionales e internacionales. Es miembro de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Madrid) y Doctor “Honoris Causa” por la Universidad de Valencia.