



Innovaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación

Coordinadores
José Daniel Álvarez Teruel
Salvador Grau Company
María Teresa Tortosa Ybáñez

Coordinadores
José Daniel Álvarez Teruel
Salvador Grau Company
María Teresa Tortosa Ybáñez

© Del texto: los autores. 2016
© De esta edición:
Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), 2016

ISBN: 978-84-608-4181-4

Revisión y maquetación:
Salvador Grau Company
Daniel Gallego Hernández

59. Un nuevo enfoque didáctico para la enseñanza de la Nanotecnología en titulaciones superiores y Máster Universitarios de Ciencias: MOOC Nanotecnología

E. Serrano Torregrosa¹; J. García Martínez¹; D. Fernández²; A. Grau Atienza¹; N. Linares¹; D. Martínez Espadas²; J. Navarro Navarro^{2,3}; P. Pernías Peco^{3,4}

¹ Laboratorio de Nanotecnología Molecular
Departamento de Química Inorgánica

² Alumnado de la UA

³ UniMOOC

⁴ Departamento de Lenguajes y Sistemas
Universidad de Alicante

RESUMEN. Habida cuenta del interés del alumnado de Ciencias, tanto a nivel bachillerato como universitario, por la Nanotecnología y tras la organización de dos cursos sobre la misma en la UVRA, hace un año el equipo constituyente de esta Red de Investigación Docente se embarcó en el proyecto de diseño y construcción del primer MOOC en Nanotecnología en España, contando con el asesoramiento de UniMOOC. El objetivo del curso es obtener una mejor comprensión de la nanotecnología y su conexión con la vida real; un nuevo enfoque didáctico para la enseñanza de la Nanotecnología en titulaciones superiores y Máster Universitarios. El sitio web es la principal guía a través de los recursos y actividades del curso, donde el estudiante dispone de una serie de herramientas gratuitas que descubrirá en las diferentes unidades, como vídeos, tutoriales, applets, etc. En este contexto, surgió esta Red de Investigación Docente, en colaboración con el Dpto. Lenguajes y Sistemas de la UA y UniMOOC, cuyo objetivo es la actualización de contenidos, actividades y recursos del mismo, su puesta en marcha y difusión, así como el análisis de su posible implantación en titulaciones afines.

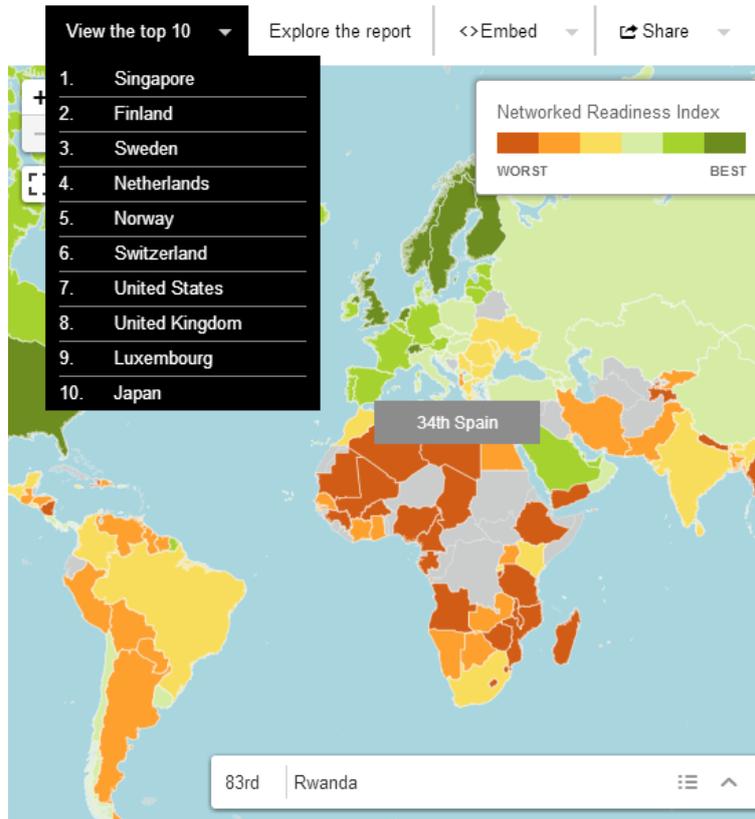
Palabras clave: innovación docente, innovación tecnológica, plataformas virtuales, MOOC, nanotecnología.

1. INTRODUCCIÓN

El mundo en que vivimos es cada vez más complejo e interconectado; un evento en un rincón del mundo remoto puede crecer rápidamente y afectar a millones de personas en lugares a miles de kilómetros de distancia. La globalización y la tecnología nos ofrecen grandes oportunidades, pero también enormes desafíos. Tal y como se recoge en el documento marco de la integración del sistema universitario español en el EEES (MEC, 2003), el fenómeno de la globalización no se limita al ámbito económico sino que afecta también, de forma decisiva y positiva, a la transmisión de los conocimientos y a la formación superior. El desarrollo de tecnologías de educación a distancia y el empleo de contenidos educativos digitales que permitan ampliar el acceso a la educación superior y contribuir a la mejora de su calidad, es particularmente importante para los países en desarrollo (García, 2010).

Si bien es cierto que los países ricos tienen más acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), lo cual explica la brecha digital entre y dentro de algunos países, hoy día existen cada vez más políticas a nivel global enfocadas hacia el aprovechamiento de las TIC para impulsar la competitividad y el bienestar de la población, siendo la educación un eje fundamental. La revista [AFK insider](#), revista online dedicada a cubrir las noticias de África desde una perspectiva empresarial, publicó el pasado mes de abril un artículo titulado “¿Por qué Ruanda es número uno en África para el desarrollo de las TIC?”. El artículo se basa en los datos publicados por el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) en su informe del pasado mes de abril sobre cómo el rendimiento de 143 economías en el aprovechamiento de las TIC para impulsar la competitividad y el bienestar (clasificación según el NRI, del inglés *Networked Readiness Index*, [WEF 2015](#)), ver Figura 1. Teniendo en cuenta los altos niveles de pobreza y la falta de infraestructura en África, la mayoría de los países africanos se encuentran en la parte inferior de la clasificación general. No obstante, si tomamos Sudáfrica y Ruanda como ejemplo, siendo el PIB de Sudáfrica 14 veces mayor que el de Ruanda, las posiciones que ocupan estos países en el ranking global (NRI) son la 75 y 83, respectivamente, lo que se traduce en el puesto número 3 y 6 de África (nótese que España está en el puesto 34 siendo 174 veces más rico que Ruanda). El informe indica, además, que a nivel gubernamental ambos países africanos son los líderes en políticas a favor de las TICs; Ruanda ocupa el número uno en África y diecinueve en el mundo, por delante de los EE.UU., Francia y Corea del Sur ([WEF 2015](#), <http://goo.gl/5HyEQ5>).

Figura 1. Imagen del mapa interactivo del *Networked Readiness Index* del 2015 publicado por el WEF el rendimiento de 143 economías en el aprovechamiento de las tecnologías de información y comunicación para impulsar la competitividad y el bienestar (WEF 2015)

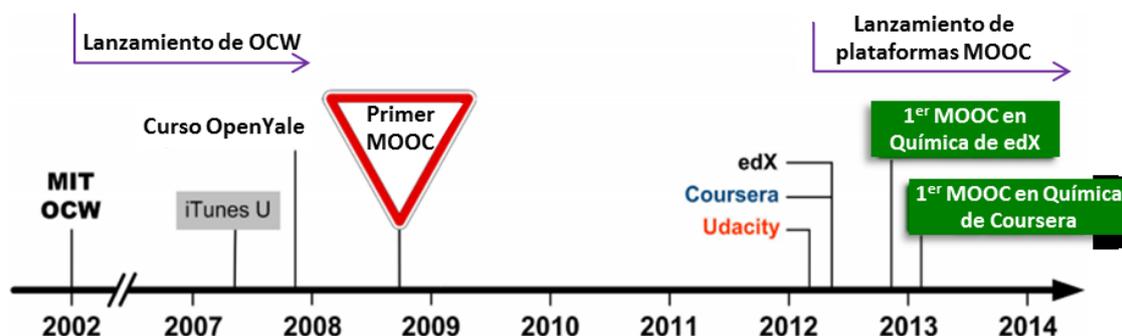


El ritmo del cambio tecnológico es por lo tanto imparable, particularmente en el mundo de las TIC. Los nativos digitales, aquellos nacidos en las décadas de los 80 y 90 del siglo XX y posteriores, llegan a nuestras aulas y las plataformas virtuales y herramientas *on-line* son parte de la vida cotidiana de estos estudiantes. La creación de comunidades *on-line* para mejorar la calidad del binomio enseñanza-aprendizaje es, por lo tanto, una herramienta útil para la educación superior (García, 2015).

La reorientación de los procesos formativos actuales está enfocada a una mayor presencia de la modalidad de *e-learning*, es decir, un modelo de educación a distancia, donde el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolla en entornos exclusivamente virtuales y, a nivel universitario, están focalizados fundamentalmente hacia las titulaciones *on-line* ofertadas a distancia (Área y Adell, 2009, p. 398). Dentro de esta modalidad, los cursos en línea, masivos y abiertos, COMA o MOOC, del inglés *Massive On-line Open Course*, han irrumpido con fuerza en el contexto de la Educación Superior y se le augura un futuro excitante, inquietante y completamente impredecible (Vázquez, 2013). En palabras de Dick Yue, profesor del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) y Presidente del *MIT Lifelong Learning Committee 2000*: “La idea es simple, publicar nuestro material de enseñanza, nuestro contenido del curso, en Internet, y hacer que esté disponible para todo el mundo... gratis”.

La historia de los MOOCs, cuyo precedente son las plataformas educativas *on-line* tales como *OpenCourseWare* (OCW), iTunes U o Khan Academy, entre otras, es muy reciente (ver Figura 2).

Figura 2. Línea temporal de lanzamiento de los MOOCs en química en relación con la línea temporal general de las plataformas abiertas de cursos en línea en desarrollo.
Adaptada de la ref. (Leontyev, 2013)



El término MOOC se menciona por primera vez en 2007 y durante los últimos años, su visibilidad en el ámbito universitario se ha incrementado significativamente. Las principales universidades estadounidenses y británicas están participando activamente en la creación y difusión de los recursos educativos abiertos y cursos de formación de tipo MOOC. El origen de los MOOC se le atribuye a David Wiley, quien puso en marcha lo que se considera el primer MOOC en agosto de 2007, en la Universidad de Utah. En 2008, George Siemens y Stephen Downes crearon el que podría ser el primer MOOC oficial: “*Connectivism and Connective Knowledge*”. Tres años más tarde, 160.000 alumnos se matricularon en el MOOC sobre inteligencia artificial dirigido por Peter Thrun y Sebastian Norvig (Universidad de Stanford), que dió lugar posteriormente a la plataforma [Udacity](#). En 2012, Andrew Ng y Dafne Koller, también de la Universidad de Stanford, lanzan [Coursera](#), la mayor plataforma de cursos *on-line* que cuenta actualmente con la participación de más de 60 universidades de todo el mundo, entre las que se encuentran universidades de prestigio como la Universidad de Princeton, Stanford, la Universidad Johns Hopkins, el Instituto de Tecnología de la Universidad de Edimburgo, la Universidad de Toronto, la Universidad de Columbia o la Universidad de Pennsylvania, entre otras. La plataforma [edX](#), fundada por el MIT y la Universidad de Harvard, ha aumentado el número de sus socios a 12 desde su creación en 2012 y cuenta en la actualidad con más de 170 cursos. En Reino Unido, once universidades han incorporado al programa de cursos a distancia libre que ofrece la Universidad Abierta del Reino Unido.

La oferta de MOOCs en España ha aumentado considerablemente tanto en el mundo universitario (COMA de la UNED, UPVx de la UPV, Cript4you de la UPM, etc) y empresarial (como Aemprende bajo la plataforma UniMOOC de la UA), como en la administración (Catalunya Dades de la Generalitat de Catalunya, bajo plataforma de la UOC). UniMOOC, liderado por Andrés Pedreño, ex rector de la UA y Director del Instituto de Economía Internacional (IEI) de la misma, es un proyecto colaborativo impulsado originariamente desde el IEI con una clara

orientación hacia la formación para emprendedores. En mayo de 2014, tan sólo un año y medio después de su lanzamiento, UniMOOC contaba con más de 40.000 usuarios registrados de más de 100 países en su plataforma, la primera especializada en la formación de emprendedores en español (UniMOOC, 2014). UniMOOC es, además, la primera iniciativa que utiliza [Course Builder](#), la plataforma de código abierto que lanzó Google para crear cursos *on-line* y que, en breve, se fusionará con el MIT para trabajar en la convergencia de las plataformas de MOOC que ambas instituciones promueven bajo la filosofía de *Open Source*. Nace así un gigante en el mundo del *e-learning* y, por supuesto, en el de los MOOC, proyecto en el que participa UNIMOOC desde su comienzo (DesarrollandoCourseBuilder, 2013).

En el mismo año, la UNED lanza la plataforma UNED COMA (2014), dentro del Portal de Cursos en Abierto OCW de la UNED “UNED Abierta”, que gestiona los distintos canales de educación abierta, entre los que se encuentra UNED COMA, *OpenCourseWare* o los contenidos en iTunes U, entre otros. Dicho portal ha recibido numerosos reconocimientos nacionales e internacionales, incluidos el Consorcio OCW UNIVERSIA y el Consorcio OCW Mundial. El 24 de julio de 2014, la Universidad de Alicante (UA) publicó la primera [convocatoria](#) para el diseño y publicación de cursos online abiertos y masivos (MOOC) de la UA 2014.

Hasta la fecha, a nivel internacional sólo Coursera y edX ofertan MOOCs en química, ver Figura 2 (Leontyev, 2013). El curso de “Introducción a la Química del Estado Sólido”, impartido por Michael Cima, del MIT, cubre desde la teoría de bandas de sólidos y semiconductores, hasta contenidos más básicos de química general. El curso consta de 8 unidades y tres exámenes, que incluyen tanto preguntas de desarrollo como una serie de preguntas de selección múltiple (de uno a cuatro intentos permitidos). Durante la primera edición del curso, cerca de 30.000 estudiantes se inscribieron al comienzo del mismo, de los cuales, sólo 2082 (7%) lo concluyeron con éxito. A nivel nacional, son tres las universidades que ofertan MOOCs en química (Portal mooc.es, 2015), la UPV (Introducción a la Química), la UNED (Química Analítica básica) y la Universitat de Girona (Descubriendo la química: de la alquimia a las partículas subatómicas), la mayoría de ellas a través de la plataforma Miriada X, desde hace un par de años.

Igualmente, la Nanotecnología se ha postulado como una revolución científica y tecnológica, lo que se refleja en el creciente interés del alumnado, especialmente de bachillerato y universitario de la rama de Ciencias y Economía en la Nanotecnología. En España, según los datos de Universia, sólo existe un grado en “Nanociencias y Nanotecnología”, que nació carrera universitaria en la Universidad Autónoma de Barcelona en el curso 2011/2012, y a nivel de máster, el número no llega a diez, entre los que destaca el “Máster en Nanociencia y Nanotecnología” de la UA (máster interuniversitario en el que participan 7 universidades españolas) ([MasterNanociencia, UA](#)). Esto es un claro reflejo de que los sistemas educativos formales carecen de la capacidad de rápida adaptación para responder las demandas profesionales de la sociedad.

La cantidad de recursos formativos relacionados con la Nanotecnología en la red, incluido algunos MOOC (del inglés *Massive On-line Open Course*) es enorme.

Sin embargo, pese al elevado número de MOOCs en España, no existe, a excepción del nuestro, ningún MOOC en Nanotecnología. Hace un año y medio, el Laboratorio de Nanotecnología Molecular de la UA se embarcó en el proyecto de diseño y construcción del primer MOOC en Nanotecnología en España, contando con el asesoramiento de UniMOOC (NanoMOOC, 2014). El objetivo de NanoMOOC es obtener una mejor comprensión de la nanotecnología y su conexión con la vida real; un nuevo enfoque didáctico para la enseñanza de la Nanotecnología en titulaciones superiores y Máster Universitarios. En este contexto nace la Red de Investigación Docente “Un nuevo enfoque didáctico para la enseñanza de la Nanotecnología en titulaciones superiores y Máster Universitarios de Ciencias: MOOC Nanotecnología” en colaboración con el Dpto. Lenguajes y Sistemas de la UA y UniMOOC, cuyo objetivo es la actualización de contenidos, actividades y recursos del mismo, su puesta en marcha y difusión, así como el análisis de su posible implantación en titulaciones afines.

2. DESARROLLO DE LA CUESTIÓN PLANTEADA

El equipo responsable del MOOC en Nanotecnología lidera la Red de investigación en docencia universitaria “Un nuevo enfoque didáctico para la enseñanza de la Nanotecnología en titulaciones superiores y Máster Universitarios de Ciencias: MOOC Nanotecnología”, en el marco de la convocatoria de Proyecto de Redes de Investigación en Docencia Universitaria del curso 14/15 de la UA (Redes, UA), cuyos objetivos son:

- la actualización de contenidos, actividades y recursos del mismo
- la disponibilidad del MOOC tanto en inglés como en español, su puesta en marcha y difusión
- el análisis de las nuevas tecnologías educativas en la didáctica de disciplinas transversales como la Nanotecnología en las titulaciones superiores y Másteres del área de Ciencia de Materiales para la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje de esta disciplina, así como el análisis de su posible implantación en titulaciones afines

2.1. Descripción del contexto y de los participantes. Objetivo general de NanoMOOC

La nanotecnología ha dejado de ser una disciplina científica para convertirse también en una verdadera revolución industrial. En la última década el número de patentes en nanotecnología ha aumentado de forma exponencial, y con ellas el número de nuevas empresas que comercializan estas nuevas tecnologías. Con la aplicación de nuevos nanomateriales surgen, sin duda, grandes retos, como su posible toxicidad, la necesidad de una regulación adecuada y de la financiación necesaria para que los descubrimientos puedan transformarse en el futuro en empresas tecnológicas. Pero con estos retos surgen también enormes oportunidades en la lucha contra el cáncer, la generación y almacenamiento de energía, nuevos nanochips y nanoelectrónica, además de muchas aplicaciones que hoy ni siquiera alcanzamos a imaginar.

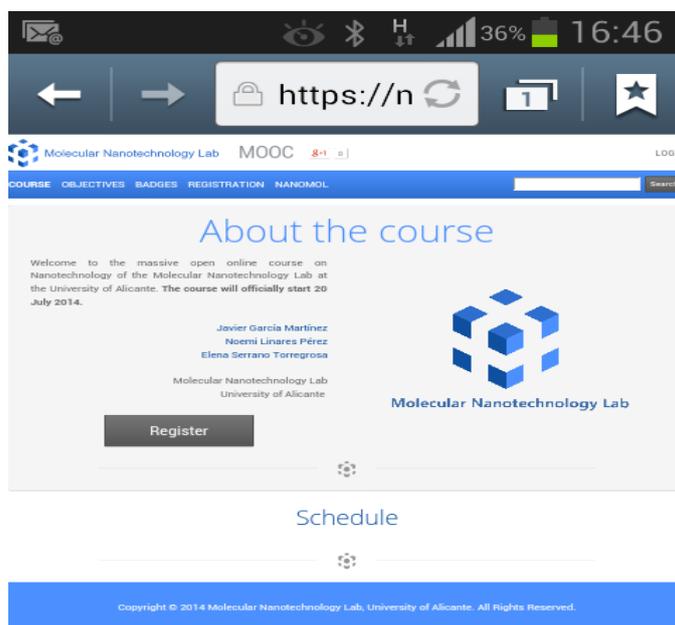
NanoMOOC nace con el objetivo de explicar de forma amena y rigurosa lo que es la nanotecnología, su relación con fenómenos naturales y aplicaciones industriales. No se requieren conocimientos previos en nanotecnología ya que está orientado a todas las edades y profesiones, el único requisito para acceder al MOOC es la curiosidad por conocer la nanotecnología y disponer de una cuenta de correo electrónico de Gmail. No obstante, resulta de especial interés para el público universitario de ciencias, el cual tiene una especial dificultad en el acceso a iniciativas de este tipo puesto que normalmente los cursos son específicos de cada titulación, mientras el presente curso combina un carácter multidisciplinar, abierto y actual.

2.2. Materiales e Instrumentos

2.2.1. Descripción y estructura del curso NanoMOOC

El sitio web, cuya página de inicio incluye el video de presentación de NanoMOOC (ver Figura 3), es la guía a través de los recursos y actividades del curso, en el cual se utilizarán también herramientas como vídeos, tutoriales, *applets*, foros, etc.

Figura 3. Página de inicio del MOOC en nanotecnología desarrollado por el Laboratorio de Nanotecnología Molecular de la UA tal y como se visualiza en un teléfono móvil (NanoMOOC, 2014)



La página de inicio está compuesta por una cabecera donde en el lado izquierdo se ubica el logotipo del Laboratorio de Nanotecnología Molecular de la UA y a la derecha las diversas pestañas que componen el curso: *Course*, *Objectives*, *Badges*, *Registration* y *Nanomol* (esta última nos re-direcciona a la página web del grupo). La pestaña de inicio (*Course*) permite al usuario registrarse, el único requisito es disponer de una cuenta de correo electrónico de Gmail (no es necesario facilitar datos personales). Una vez registrado, el/la estudiante tendrá acceso a la

totalidad del contenido del curso, certificaciones incluidas, y a la pestaña *Progress* como una herramienta más del mismo.

2.2.2. Curso y objetivos

El curso está dividido en diez unidades didácticas. La primera de ellas (*Presentation*) comienza con una breve descripción del MOOC y un vídeo de presentación del mismo, donde se muestran algunas reflexiones iniciales sobre los contenidos del MOOC. A continuación, se detalla la guía didáctica del curso, la duración y la carga de trabajo del mismo, así como el número de ejercicios a realizar durante el curso y su tipología. Asimismo, se indica la forma de interactuar con el profesor y el sistema de evaluación y acreditación. Finalmente, se realiza una pequeña autoevaluación de 4 preguntas con respuestas de 2 y 3 opciones para garantizar que el alumno ha entendido el objetivo del curso y las normas de participación y se compromete a la realización del mismo.

Los objetivos de cada unidad didáctica, accesible a través de la pestaña *Objectives*, están abiertos al público incluso sin registrar (Tabla 1).

Todas las unidades comienzan con una pregunta-dilema introductoria con el objeto de despertar la curiosidad del alumnado; por ejemplo, ¿cómo es posible que el famoso cáliz conocido como la copa de Licurgus cambie de color en función de si se ilumina desde dentro o desde fuera?, que sirve de introducción a la unidad 3, *Plasmón superficial*.

Las unidades 2-11 constituyen el curso propiamente dicho y cubren distintos aspectos/propiedades relacionadas con la nanotecnología, estrechamente relacionados con la docencia en Química Inorgánica de la UA (ver Tabla 1). Cabe destacar que una de las herramientas fundamentales de aprendizaje del curso son los *applets*, disponibles en las unidades 3, 4, 5 y 9. A modo de ejemplo, en la Figura 4 se muestra el *applet* de la unidad 5 (*Quantum dots*), donde mediante el simple desplazamiento en la barra de energía/longitud de onda, se observa el cambio de color y de intervalo de energía entre la banda de valencia y la banda de conducción de un semiconductor.

Tabla 1. Unidades didácticas/objetivos del curso NanoMOOC de la UA. Imágenes con CC de uso libre

Schedule	Symbol	Objectives
Unit 1 – Presentation		The aim of this course is to gain a better understanding of nanotechnology [...]. We invite you to begin your exploration of this emerging field by learning about the science behind it [...] We hope you enjoyed it!
Unit 2 – What is nanotechnology?		The objective of this unit is to gain a better understating of what exactly nanotechnology is and what is not. You will also learn about the origin of this emerging field.

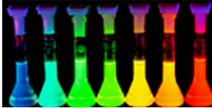
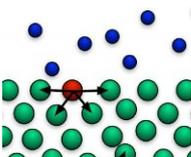
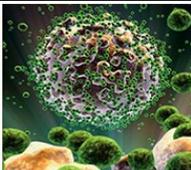
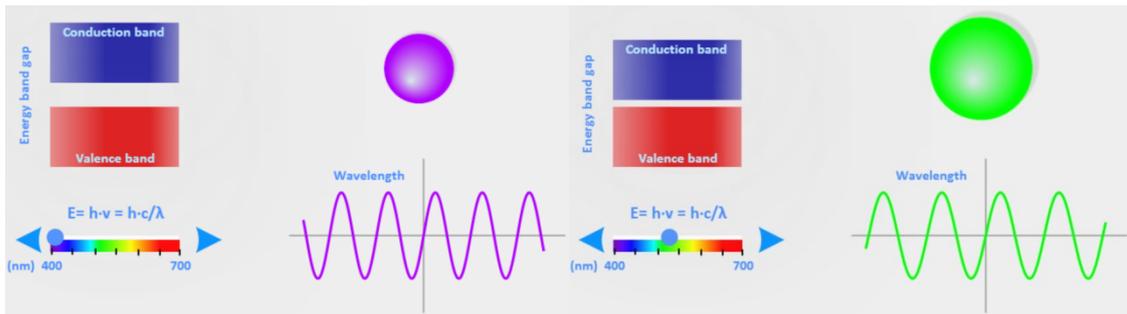
Unit 3 – Surface to volume ratio		The objective of this unit is to understand how surface to volume ratio changes with the miniaturization and how that miniaturization can help us in our daily life.
Unit 4 –Surface Plasmon		Licurgus coup, the chalice that mysteriously change its color... How is it possible? You will manage to explain it at the end of this unit.
Unit 5 – Quantum dots		Quantum dots, depending on their size, emit light at different frequencies. Do you want to know more about that? Look inside!
Unit 6 –Tyndall effect		Have you ever think why the sky, the ocean, and eyes, that are supposed to be pigment-less, are blue? You will be able to answer it after completion of this unit!
Unit 7 –Lotus effect		What's happens when the lotus plant emerges on the surface of a lake? Surprisingly, it remains pristine despite its muddy environment! Look inside this unit to learn about superhydrophobic surfaces and the 'lotus effect' [...]
Unit 8 –Self-assembly		Self-assembly is the process responsible for the formation of a soap bubble [...] Do you want to know more about self-assembly? Look inside!
Unit 9 - AFM		How we can see at the nanometer scale? In this unit, you will learn about the microscopic techniques developed for that purpose.
Unit 10 - Adsorption		Which is the difference between adsorption and absorption? The objective of this unit is to gain a better understanding on the adsorption process and its connection with nanotechnology [...].
Unit 11 – Drug delivery		Are you interested on the potential of nanotechnology for medicine? Look inside!

Figura 4. Applet de la Unidad 5 (*Quantum dots*) del curso NanoMOOC (NanoMOOC, 2014)



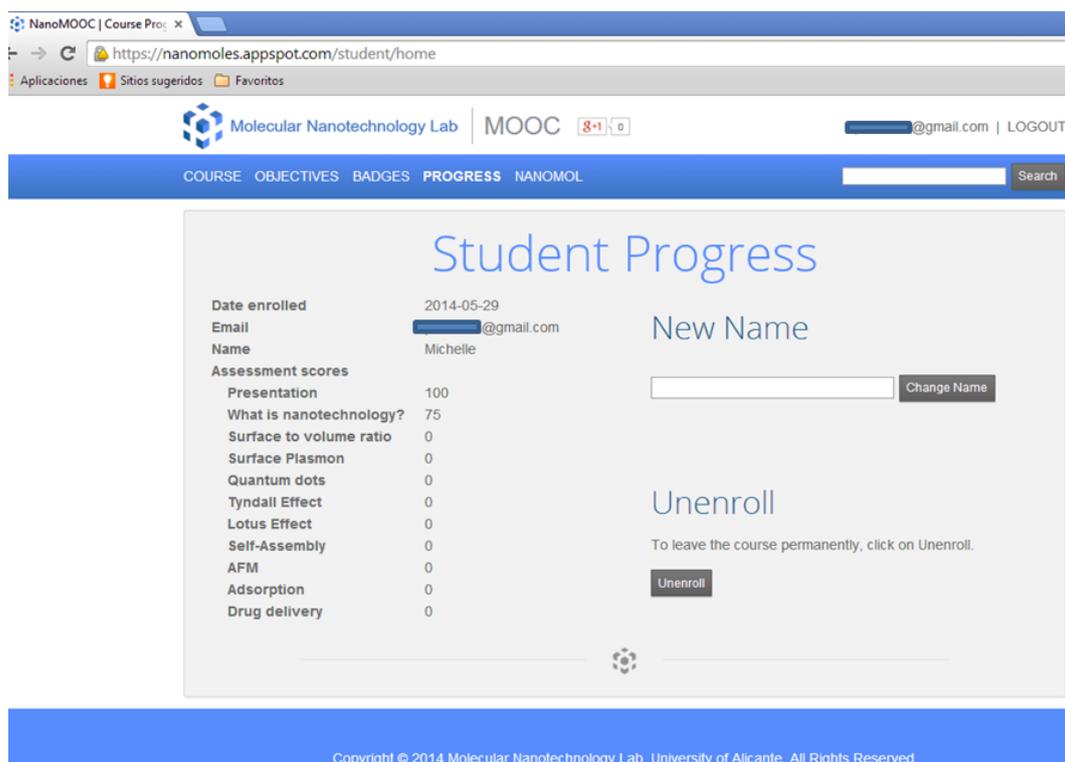
2.2.3 Herramientas de seguimiento, gestión y (auto)evaluación del aprendizaje disponibles para el alumnado

Cada una de las unidades didácticas contiene un examen/test de conocimientos que consta de varias preguntas cerradas con un mínimo de 4 opciones, aunque el/la estudiante no está obligado en ningún momento a completarlo con éxito, ya que cada unidad es independiente del resto y puede repetirse el test de conocimientos cuantas veces se desee. Cada estudiante tiene su propio entorno personal de aprendizaje, que incluye la pestaña *Progress* como herramienta de seguimiento y gestión del aprendizaje (ver Figura 5). En caso de no superar el 80% de las respuestas con éxito, el alumnado tendrá acceso a las preguntas que ha contestado erróneamente.

2.2.4. Certificaciones

Como herramienta de acreditación, el curso ofrece una serie de *open badges* o insignias (Figura 6), alojadas en Mozilla OpenBadges, que se conceden automáticamente y sin coste para aquellos alumnos/as que hayan seguido el curso con más de un 80% de cumplimiento de las distintas tareas de NanoMOOC. La obtención de la totalidad de las insignias permite conseguir un certificado sin efectos académicos, mediante la superación de una prueba on-line análoga a las autoevaluaciones.

Figura 5. Página en la que se muestra el progreso del alumnado durante el desarrollo del MOOC tal y como se visualiza en un ordenador portátil (NanoMOOC, 2014)



Assessment scores	
Presentation	100
What is nanotechnology?	75
Surface to volume ratio	0
Surface Plasmon	0
Quantum dots	0
Tyndall Effect	0
Lotus Effect	0
Self-Assembly	0
AFM	0
Adsorption	0
Drug delivery	0

Figura 6. Colección de insignias que obtiene el alumnado del curso NanoMOOC, accesibles a través de la pestaña "Claim Badge" del curso (NanoMOOC, 2014)



2.3. Procedimiento

Entre las herramientas de medición y análisis de datos de aprendizaje de los alumnos y de seguimiento del curso, el diseño de NanoMOOC incluye la

herramienta de Google *Analytics*, que permite analizar la evolución del número total de personas inscritas en el curso, las unidades que están en progreso y finalizadas o los exámenes realizados y el resultado de los mismos. Se ha incluido, además, un cuestionario voluntario que pretende, además de conocer la formación y CV del alumnado, evaluar cuatro aspectos fundamentales en la enseñanza *e-learning* (Arias, 2007): calidad pedagógica, calidad técnica, gestión, usabilidad y valoración general.

El trabajo de actualización se ha basado en abrir el MOOC, tal y como se concibió en su inicio, al público invitando al alumnado de distintas titulaciones y profesionales a realizar el curso para su actualización, optimización y análisis de su posible implantación. Además de la información obtenida de la herramienta *Analytics* de Google, se ha incluido un cuestionario voluntario con el objeto de evaluar cuatro aspectos fundamentales en la enseñanza *e-learning* (Arias, 2007): calidad pedagógica, calidad técnica, gestión, usabilidad y valoración general. La metodología empleada ha sido cíclica, esto es, el curso se ha abierto al público periódicamente y tras el análisis de los resultados, se ha procedido a la optimización del mismo y así sucesivamente.

4. CONCLUSIONES

El éxito del proyecto ha radicado en la transversalidad del mismo y la sinergia entre las titulaciones implicadas. Los miembros del Dpto. Química Inorgánica han sido los responsables del contenido y actividades del MOOC, así como del enfoque didáctico para la enseñanza de la Nanotecnología en titulaciones superiores y del análisis de la posible implantación del mismo, y los miembros del Dpto. Lenguajes y Sistemas de la EPS se han ocupado de la parte informática y multimedia del MOOC y han participado en el enfoque didáctico y de la posible implantación.

Las conclusiones extraídas difieren ligeramente en función del sector consultado: profesorado, profesionales, alumnado y usuarios en general. La principal conclusión desde el punto de vista del profesorado (universitario y de bachillerato) y el alumnado consultado ha sido reconocer como un acierto que exista el MOOC tanto en inglés como en castellano, decantándose este grupo por la segunda lengua. El profesorado emplearía las unidades del MOOC en Nanotecnología en sus clases de ciencias en general como una actividad dentro de un tema o bien como parte de las prácticas de una asignatura. Entre los profesionales, destaca la necesidad de que existan unidades más científico-pedagógicas, enfocadas al alumnado y profesorado, y otras mucho más sencillas donde se expongan claramente cómo podrían emplear la Nanotecnología en sus empresas. Finalmente, el público en general, atraído por su curiosidad por esta disciplina, se decanta por las primeras unidades didácticas, expresando la complejidad de algunos de los términos empleados.

5. DIFICULTADES ENCONTRADAS

En esta Red de Investigación Docente no han surgido dificultades notorias a la hora de la ejecución de los objetivos planteados ya que la coordinación y comunicación entre los integrantes de la Red ha sido fluida y cooperativa.

6. PROPUESTAS DE MEJORA

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, nuestra conclusión principal es la reorganización del MOOC para su orientación a cada público potencial y su mayor difusión a nivel internacional.

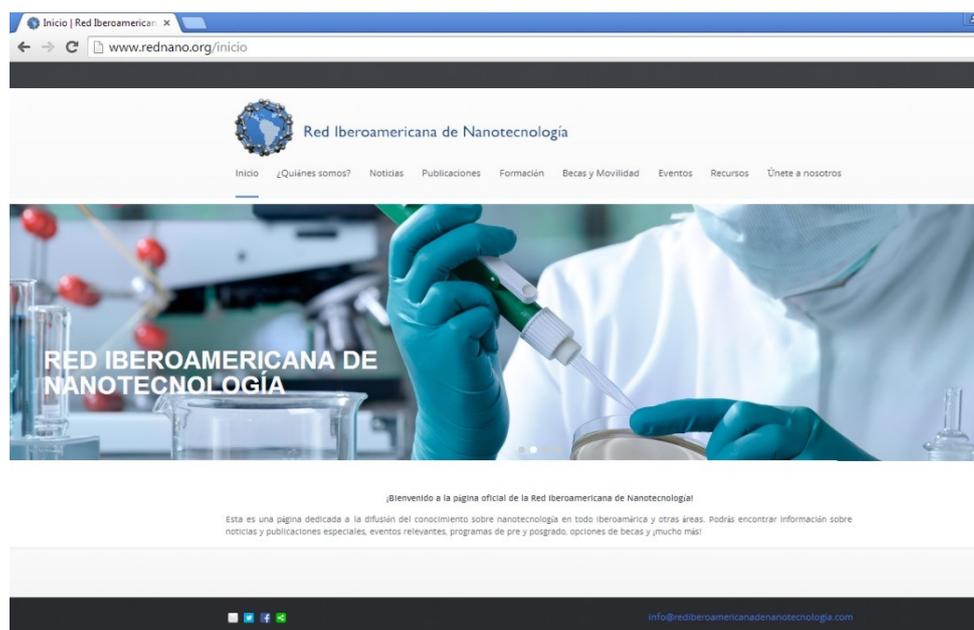
En lo referente al contenido, visionamos un módulo introductorio general, y al menos dos o tres módulos adicionales enfocados a cada público potencial. Creemos que es necesario rediseñar algunas unidades didácticas, introducir vídeos y entrevistas de profesionales de distintos sectores y crear *applets* diferentes en función de dicho público.

Respecto de la difusión y su mayor integración en titulaciones afines, ésta conlleva la necesidad de trabajar en el diseño del mismo, de cara a hacerlo más atractivo para el público a nivel internacional, y en la difusión propiamente dicha, de manera que la Universidad de Alicante pueda “competir” con otros MOOC en Nanotecnología que existen en Europa y América.

7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

Teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas, el equipo integrante de esta Red de Investigación en Docencia Universitaria considera prioritaria la continuidad de este proyecto en los términos planteados en el apartado “Propuestas de mejora”. De hecho, desde hace apenas un par de meses, el Laboratorio de Nanotecnología Molecular de la UA ha integrado el MOOC en un proyecto innovador: la Red Iberoamericana de Nanotecnología (RIB, 2014), ver Figura 7. La Red Iberoamericana de Nanotecnología nace como una iniciativa y bajo la dirección de Javier García Martínez, profesor de la Universidad de Alicante e integrante de la Red de Investigación Docente; con la colaboración de José R. Vega (Centro Nacional de Alta Tecnología CeNAT-CONARE, Costa Rica). La Red está formada por especialistas y académicos investigadores en Nanotecnología y Nanociencia de todo el mundo, con especial interés en países de habla hispana (América Latina y España) y Portugal.

Figura 7. Página de inicio de la Red Iberoamericana de Nanotecnología (RIB 2014)



Uno de los aspectos fundamentales de la red es el aspecto formativo. Por ello, en la página web se ha integrado dos pestañas: “formación” y “becas y movilidad”. En la primera se recoge los programas de estudios relacionados con Nanotecnología disponibles en cada uno de los países integrantes de la Red, así como una selección de los cursos de formación on-line más destacados ofrecidos por las distintas plataformas (Coursera, nanohub, MIT Open CourseWare, etc.). Es por lo tanto, una plataforma idónea para la difusión del MOOC en Nanotecnología, y viceversa. La pestaña “becas y movilidad” recoge todos los organismos internacionales que ofrecen becas para cursar estudios en Nanotecnología, así como un listado de las entidades que ofrecen becas de pre- y posgrado y movilidad de cada uno de los países integrantes de la Red. Finalmente, desde la página web se accede a un listado de todos los Centros de investigación y extensión de Nanotecnología en Iberoamérica, así como las distintas redes a nivel internacional.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, J. (2007). Evaluación de la calidad de Cursos Virtuales: Indicadores de Calidad y construcción de un cuestionario de medida. Aplicación al ámbito de asignaturas de Ingeniería Telemática. (Tesis doctoral). Universidad de Extremadura, Extremadura.
- Área, M. & Adell, J. (2009). *E-learning: enseñar y aprender en espacios virtuales*. En J. De Pablos. *Tecnología Educativa. La Formación del profesorado en la era de Internet* (Capítulo 14, pp. 391-424). Málaga: Ediciones Aljibe.
- DesarrollandoCourseBuilder (2013). Alianza entre Google y el MIT. Recuperado el 30 de mayo de 2015 de: <http://goo.gl/wbvmcs>
- García Martínez, J. (2010) *Chemistry 2.0: Creating Online Communities*, Chem. Int. 32 (4), July-August 2010. Disponible en: <http://goo.gl/q6iH8t>
- García Martínez, J., Serrano Torregrosa, E., Eds. (2015) *Chemistry Education: Best practices Opportunities, and Trends*, Wiley-VCH, ISBN: 978-3-527-33605-0.

- Leontyev, A. & Baranov, D. (2013) Massive Open Online Courses in Chemistry: A Comparative Overview of Platforms and Features, *J. Chem. Educ.* 90, 1533–1539.
- MasterNanociencia, UA. Máster en Nanociencia y “Máster en Nanociencia y Nanotecnología” de la UA. Recuperado el 1 de junio de 2015 de: <http://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=Do6o>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2003) *La integración del sistema universitario español en el espacio europeo de enseñanza superior. Documento-marco*. Recuperado el 30 de Abril de 2012, de: <http://goo.gl/PpoqQW>
- NanoMOOC (2014). MOOC en nanotecnología del Laboratorio de Nanotecnología Molecular de la UA. Recuperado el 30 de mayo de 2015 de: <https://nanomoles.appspot.com/course>
- Navarro Soria, I.J. & Grau Company, S. (2010) La autoevaluación como eje vertebrador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En M.C. Gómez Lucas, S. Grau Company (Ed.), *Evaluación de los aprendizajes en el Espacio Europeo de Educación Superior* (pp. 133-177). Alicante: Marfil.
- Portal mooc.es (2015). Recuperado el 30 de mayo de 2015 de: <http://www.mooc.es/listing-category/quimica/>.
- Redes (2014). Convocatoria para el diseño y publicación de cursos *on-line* abiertos y masivos (MOOC) de la UA 2014, BOUA 24 de julio de 2014.
- RIB (2014). Red Iberoamericana en Nanotecnología. Recuperado el 1 de Junio de 2015 de: <http://www.rednano.org/>
- UNED COMA (2014). Mini-videos docentes modulares para diseñar un MOOC. Recuperado el 28 de mayo de 2014 de: <http://goo.gl/6lfeTo>
- UniMOOC (2014) <http://unimooc.com/> y <http://iei.ua.es/mooc-emprendimiento/mooc.html>