



**DIFUSIÓN DE EXPERIENCIAS DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA PARA LA CIUDADANÍA.
PROPUESTA DE UN MOOC**

**Dissemination of Scientific Education experiences for citizenship development. A
MOOC proposal**

Ángel Blanco-López

Universidad de Málaga
ablancol@uma.es

Pedro Guilherme Rocha-dos Reis

Universidade de Lisboa
preis@ie.ulisboa.pt

Enrique España-Ramos

Universidad de Málaga
enrienri@uma.es

José María Oliva-Martínez

Universidad de Cádiz
josemaria.oliva@uca.es

Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Universidad de Málaga
antoniojoaquin.franco@uma.es

Rut Jiménez-Liso

Universidad de Almería
rut.jimenezliso@gmail.com

Resumo:

O presente artigo centra-se num curso online massivo aberto (MOOC, *Massive Open Online Course*) sobre uma variedade de abordagens de educação científica para a cidadania. Apresentam-se as principais características deste curso e o público a que se destina. Com este curso pretende-se, em primeiro lugar, explorar uma via alternativa para divulgar pesquisas em didática das ciências experimentais segundo uma perspectiva CTS e ao mesmo tempo promover a colaboração entre grupos de investigação de várias universidades de Portugal e Espanha. Em segundo lugar, pretende-se analisar o possível impacto que este curso pode ter nas perceções dos participantes sobre as finalidades da educação científica para a cidadania e sobre as abordagens de ensino apresentadas. Segundo a perspectiva metodológica da investigação baseada em design, discute-se a conceção, o desenvolvimento, a implementação e a avaliação deste curso. Os resultados desta investigação devem ser vistos segundo três pontos de vista: o MOOC como um produto em si mesmo e o seu valor para a formação dos professores, o seu possível impacto nas pessoas às quais se destina e os resultados da coordenação e colaboração entre as diferentes equipas de investigação no desenho e desenvolvimento do curso.

Palavras-chave: Educação em Ciências, Cidadania; Formação de professores; MOOC.



Resumen:

Este artículo se centra en un curso de formación masivo abierto online (MOOC) que incluye una variedad de enfoques sobre la educación científica para la ciudadanía. Se presentan sus características más destacadas así como la audiencia a la que va dirigido. Con este curso se persigue, en primer lugar, explorar una vía alternativa para difundir la investigación en didáctica de las ciencias experimentales desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), a la vez que fomentar la colaboración entre grupos de investigación de varias universidades de Portugal y España. En segundo lugar, se pretende analizar el posible impacto que este curso puede tener en las percepciones de los participantes sobre las finalidades de la educación científica para la ciudadanía y sobre los enfoques de enseñanza que se presentan. Desde la perspectiva metodológica de las investigaciones basadas en el diseño, se analiza su diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Los resultados de esta investigación pueden entenderse desde tres puntos de vista: el MOOC como un producto en sí mismo y su valor para la formación del profesorado, su posible impacto en las personas a los que va dirigido y los resultados de la coordinación y colaboración entre los distintos equipos de investigación para diseñar y desarrollar el curso.

Palabras clave: Educación científica; Ciudadanía; Formación de profesores; MOOC.

Abstract:

This article focuses on a MOOC (*Massive Open Online Course*) centred on a variety of approaches to science education for citizenship. The main features of the course and the audience to be targeted are presented. This course intends, firstly, to explore an alternative way to disseminate science education researches with an STS perspective while, simultaneously, fostering the collaboration between research groups from different universities in Portugal and Spain. Secondly, it intends to analyse the possible impact of this course on the participants' perceptions about the aims of science education for citizenship and the teaching approaches presented. Resting upon design-based research, the methodological perspective from design, to development and to assessment, is also analysed. The results of this research must be perceived from three perspectives: the MOOC as a product in itself and its value in teacher training; its possible impact on participants; and, the results of coordination and collaboration between the different research teams in this course's design and development.

Keywords: Science Education; Citizenship; Teacher training; MOOC.

Introducción

En la enseñanza de las ciencias se plantea la necesidad de nuevos cauces a través de los cuales hacer llegar al profesorado los resultados de la investigación educativa. En este sentido consideramos una prioridad de la didáctica de las ciencias la de contribuir a cerrar la brecha existente entre la investigación y las prácticas de aula (Oliva, 2005).

Los cursos masivos online en abierto (*Massive Open Online Courses*, MOOC) si bien no suponen la



mejor manera de abordar la formación del profesorado, sí constituyen un medio que complementa a los ya existentes, al permitir la expansión del conocimiento a través de Internet (Sarasola, López & Vázquez, 2013), alcanzado a la generalidad del profesorado, casi sin limitaciones. Por sus características, constituyen una vía interesante a explorar para tratar de mejorar la transferencia de la investigación a la práctica educativa (Millar & Osborne, 2009).

Los MOOC son un fenómeno relativamente reciente en el contexto mundial de aprendizaje en línea. Por lo tanto, aún no se han publicado muchos resultados de investigación sobre su potencial. Lo que existe hasta el momento son fundamentalmente informes elaborados por las instituciones que ofrecen MOOC y un animado debate sobre sus méritos reales. Estos cursos son entendidos por algunos como el tipo de tecnología que podría cambiar la educación en todo el mundo. Otros creen que esta tecnología no tendrá un impacto decisivo en la educación, ya que presenta fuertes limitaciones en el desarrollo de los aprendizajes necesarios para la era digital (Valverde, 2014).

Lo que confiere un carácter único a los MOOC es la combinación de cuatro características:

- a) Masivos- siendo diseñados para permitir un número extremadamente alto de participantes;
- b) Abiertos- no requiriendo ningún prerrequisito (además del acceso a un ordenador con conexión a Internet) o pago para la participación;
- c) Online- siendo ofrecidos a través de Internet;
- d) Cursos- sus materiales se organizan en cursos completos.

Los MOOC se adecúan fundamentalmente a ciudadanos de países con un cierto nivel de desarrollo (por la infraestructura que requieren, en términos de ordenadores y acceso a Internet) y son demandados, sobre todo, por personas que ya tienen títulos universitarios y que están empleados (que se utiliza principalmente para la profundización de las habilidades y la educación no formal). Presentan tasas muy altas de abandono y no sustituyen el proceso de evaluación y acreditación de la educación formal. Constituyen una tecnología interesante para promover el aprendizaje a través de un proceso flexible en términos de local y horario de acceso (Ho et al., 2014; Hollands & Tirthali, 2014 ; Yousef, Chatti, Schroeder, Wosnitza, & Jakobs, 2014) y fuertemente basado en la interacción entre pares dentro de comunidades de aprendizaje (Brindley, Walti, & Blashke, 2009).

Consideramos que este tipo de curso podría ser útil en el ámbito de la didáctica de las ciencias para difundir entre el profesorado enfoques actuales fundamentados de la educación en ciencias. Así, en este trabajo se plantea el diseño, desarrollo y cómo se llevará a cabo la evaluación de un curso de formación MOOC con una variedad de enfoques sobre la educación científica para la ciudadanía realizado por un equipo de investigación con amplia experiencia en dichos enfoques.



Objetivo

El presente artículo se dirige a caracterizar las bases y desarrollo del MOOC, el cual se plantea desde un doble objetivo. En primer lugar, se trata de explorar una vía alternativa para difundir la investigación en didáctica de las ciencias experimentales desde una perspectiva CTS, a la vez que fomentar la colaboración entre grupos de investigación de varias universidades de Portugal y España. En segundo lugar, se pretende analizar el posible impacto que este curso tiene en las percepciones de los participantes sobre las finalidades de la educación científica para la ciudadanía y sobre los enfoques de enseñanza que se presentan. Por tanto, el trabajo desarrollado tiene una doble dimensión, por cuanto cubre tanto aspiraciones relativas tanto a la innovación como a la investigación, en ambos casos sobre formación del profesorado.

Características del MOOC

Este curso ofrece una introducción a diferentes enfoques actuales de la educación en ciencias basados en la investigación: participación ciudadana y activismo en ciencia, investigación e innovación responsable, modelización, indagación, y ciencia en contexto. Todos ellos comparten la finalidad de promover una ciudadanía activa, capaz de desenvolverse de forma adecuada en los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida y de involucrarse en la toma de decisiones sobre cuestiones científicas y tecnológicas. Para caracterizar cada uno de los enfoques se incluye una fundamentación y ejemplos de cómo concretan en propuestas didácticas y cómo llevarlas al aula. Finalmente, se analiza su contribución a la educación en ciencias de los ciudadanos.

Es importante indicar que, hasta el momento, no se conocen cursos que aborden esta temática. Se ha realizado una búsqueda de cursos del ámbito de la educación científica, tanto en los ámbitos formal como no formal, así como sobre divulgación científica, en las plataformas Coursera¹ y MiriadaX² y no se han encontrado propuestas similares ni parecidas.

Objetivos del curso

La finalidad principal del curso es centrar la atención sobre la Educación en ciencias deseable para la ciudadanía del Siglo XXI, resaltando la importancia de esta cuestión a luz de diversos informes que se han presentado en el ámbito internacional (por ejemplo: Millar & Osborne, 1998; Rocard, 2007 o COSCE, 2011)

En términos de objetivos de aprendizaje, se espera que los participantes en el curso tomen conciencia de la importancia de la educación en ciencias para la ciudadanía (Blanco, España, González, & Franco, 2015) y que sean capaces de identificar las características más destacadas de cada uno de los enfoques y sus diferencias, así como de reconocer y valorar propuestas didácticas elaboradas a partir de ellos.

Estructura y contenidos

El curso está estructurado en 7 módulos, 2 de ellos (el módulo 0 y el 6) dedicados a la presentación del curso y a la evaluación y 5 (módulos 1 a 5) a la presentación de los enfoques de enseñanza-aprendizaje seleccionados. El tratamiento de cada uno de estos 5 módulos es independiente, de

¹ <https://es.coursera.org/>

² <https://www.miriadax.net/>



tal forma que los alumnos pueden decidir por cuál de ellos comenzar y el orden en que los estudiarán.

Cada módulo incluirá videos, lecturas recomendadas, enlaces externos, tareas, ejemplos de materiales didácticos y una prueba de evaluación. Se plantearán también foros específicos para propiciar la generación de debates y el intercambio de conocimientos entre los participantes.

Modulo 0. Introducción (Universidades de Málaga y de Lisboa).

Se presenta el curso y sus características (objetivos, contenidos, metodología y evaluación); así como diversos estudios e informes internacionales a partir de los cuáles resaltar la relevancia de esta cuestión.

Módulo 1. Ciencia en contexto. Tratamiento de problemas y/o situaciones de la vida diaria (Universidad de Málaga).

Se analiza la importancia de la contextualización de la enseñanza de las ciencias en problemas y o situaciones de la vida diaria (Franco, Blanco & España, 2014) y cómo desde este enfoque (Blanco, Franco & España, 2015) se contribuye al desarrollo de las competencias clave incluidas en los currículos españoles (MEC, 2015) y de las competencias científicas definidas en PISA (OCDE, 2013).

Los enfoques de ciencia en contexto (De Jong, 2006) implican la aplicación de conocimientos científicos a la resolución de problemas de la vida diaria y se contraponen a la mera reproducción de dichos conocimientos. Se han desarrollado y extendido en las últimas décadas y las investigaciones muestran que motivan a los estudiantes y promueve actitudes positivas hacia las ciencias (King, 2012; Ültay & Calik, 2012), a la vez que posibilita que aprendan de forma más significativa y relevante ideas científicas (Marchán-Carvajal & Sanmartí, 2015).

Según Perrenoud (2012) el trabajo en el aula debería centrarse en el tratamiento de problemas y/o situaciones que se consideren importantes para la ciudadanía hoy y para un futuro a corto y medio plazo. Esto lleva a la necesidad de identificar situaciones problemáticas relevantes para la ciudadanía para ser llevados al aula y cuyo tratamiento didáctico implique el desarrollo de conocimientos, capacidades, actitudes y/o valores que permitan la resolución de dichos problemas.

Además de aportar un marco teórico sobre el enfoque de la enseñanza de la ciencia en contexto a partir de problemas de la vida diaria, en este módulo se analizan los criterios para la selección de problemas y la forma de estructurar la secuencia de enseñanza a partir de dichos problemas. Se presenta la alimentación como ejemplo de contexto para explicar cómo se ha hecho su delimitación y definición y se incluyen ejemplos de tres unidades didácticas diseñadas y llevadas a la práctica en aulas de secundaria de acuerdo con este enfoque. Están relacionadas principalmente con la salud, el consumo o el medio ambiente y en ellas se pone a los estudiantes en la tesitura de analizar los factores más relevantes al tomar decisiones sobre qué dieta seguir, qué hacer para prevenir la caries dental, qué agua consumir (embotellada o del grifo) o qué coche comprar. Por último, se reflexiona sobre la aportación de este enfoque a la educación científica de los ciudadanos.

Módulo 2. Los modelos y la modelización (Universidad de Cádiz).

En este módulo se aborda el tema de los modelos en la enseñanza de las ciencias, como unidad básica de conocimiento científico que posibilita describir, explicar y predecir de fenómenos de nuestro mundo. Éstos desempeñan un papel central en la ciencia y son parte integral del pensa-



miento científico (Halloun, 1996; Gilbert, Boulter & Rutherford, 1998), constituyendo representaciones simplificadas de los sistemas físicos, que concentran su atención solamente sobre aspectos específicos del mismo (Giere, 1999). Además, en el contexto escolar el currículum de ciencias suele estructurarse adoptando a los modelos como eje central, por lo que su abordaje cobra una especial importancia en la formación del profesorado, en donde es necesario hablar de su importancia, de su naturaleza y de sus características, así como de las destrezas y valores que acompañan su uso.

Junto a los modelos y los procesos de modelización que lleva asociados -de construcción, aplicación y revisión- (Justi & Gilbert, 2002), se aborda también el tema de las analogías, recursos útiles en la enseñanza de las ciencias como mediadores entre el conocimiento de sentido común del alumnado y los modelos científicos que a nivel escolar sirven como referente del aprendizaje (Aragón, Oliva, & Navarrete, 2010; Oliva & Aragón, 2009).

En primer lugar se aporta un marco teórico mediante el que entender la modelización en el aula y situar las analogías como un recurso didáctico privilegiado que ayuda a la construcción de modelos y a desarrollar mediante su empleo la competencia de modelización. En segundo lugar, se presentan sendos estudios de caso para ilustrar la aplicación de estas ideas teóricas a contextos de enseñanza concretos. Uno de estos casos se refiere al aprendizaje en aulas de secundaria del modelo de cambio químico. El otro caso se encuadra en la formación inicial de maestros de Primaria en donde el sistema Sol-Tierra, y más concretamente, el estudio del fenómeno de las estaciones, suele ser un clásico de su formación científica. Finalmente, en tercer lugar, se argumenta en torno a la aportación de los modelos y la modelización a la alfabetización científica y en la comunicación social de las ciencias, como contribución del módulo a la temática común del MOOC relacionada con una formación científica para la ciudadanía.

Módulo 3. Investigación e Innovación Responsable (Universidad de Lisboa).

La investigación y la innovación responsable ha sido en los últimos años el foco de atención de la Unión Europea, con el objetivo de acercar la ciencia a los ciudadanos, fomentando así la participación conjunta y la inclusión de todos los actores sociales en procesos y productos de la investigación y la innovación a fin de que estos estén en conformidad con los valores, las necesidades y expectativas de la sociedad (Reis, 2015).

Este módulo tiene como propósito presentar y aclarar las distintas dimensiones de la investigación y de la innovación responsable, así como clarificar su propósito y su importancia para la sociedad, proporcionar directrices para la aplicación y explotación de la investigación y la innovación responsable en el contexto del aula, a través de temas científicos punteros, presentando como ejemplo los materiales desarrollados en el marco del proyecto IRRESISTIBLE³.

Módulo 4. Indagación científica para la formación de docentes (Universidad de Almería).

La ciencia no es sólo un cuerpo de conocimientos para entender el mundo, sino también la forma en que se construye ese conocimiento. Plantearse problemas, enunciar respuestas hipotéticas y justificarlas, buscar pruebas que confirmen o rechacen tales hipótesis y obtener conclusiones, todo ello en un clima de comunicación y cooperación, son actividades propias del trabajo científico, que hemos identificado como indagación o indagación basada en modelos. En este módulo se analiza la indagación científica (y qué no lo es) como enfoque de enseñanza que permite que el alumna-

³<http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/>



do aprenda con sentido ciencias, a hablar ciencia, a hacer ciencia y sobre la ciencia (Martínez, Jiménez, & López-Gay, 2015).

Aprender esa forma de construir conocimiento, aprender a indagar, es pues un contenido obligatorio de la educación científica. Este aprendizaje contribuye al desarrollo personal pues desarrolla capacidades humanas como razonar, comunicar y argumentar; pero también porque resalta la necesidad de que el conocimiento esté basado en pruebas para ser admitido como válido. Todo ello son elementos básicos para la formación de ciudadanos críticos del siglo XXI, capaces de distinguir entre ciencia y creencia, capaces de reconocer problemas relevantes de nuestra sociedad y participar en la toma de decisiones.

Con este enfoque de enseñanza de las ciencias por indagación basada en modelos, los docentes pueden dar sentido a lo que pretende enseñar, pueden conseguir que los estudiantes expresen, discutan y evalúen sus propias concepciones, pueden ofrecer una imagen de la ciencia como empresa atractiva y vital, pero sobre todo pueden conseguir que los estudiantes aprendan mejor las grandes ideas y modelos de la ciencia.

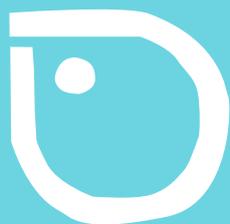
Se ha organizado el módulo en diez sesiones cortas: en las tres primeras sesiones, plantaremos la pregunta ¿Cómo varían las horas de Sol en tu localidad? para trabajar la parte descriptiva de su respuesta. Esto nos permitirá analizar el enfoque de enseñanza seguido, si es o no de indagación basada en modelos (en la sesión cinco) y, posteriormente, introducir un protocolo de análisis con el que identificar secuencias que cumplan el mayor número de características de este enfoque (sesión sexta). Las tres sesiones siguientes (de la séptima a la novena) las dedicaremos a construir un modelo que explique los fenómenos descritos en las sesiones 2 a 4 (descriptivas) y que permita predecir en cualquier localidad del planeta. Cerraremos el módulo (sesión décima) cuestionándonos qué hemos aprendido (y qué no) así como concluyendo sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje vivido.

Módulo 5. Activismo colectivo basado en investigación (Universidad de Lisboa).

En este módulo se pretende reflexionar sobre la capacitación de los estudiantes como ciudadanos activos con habilidades de acción sobre temas científicos que se consideran socialmente relevantes (Reis, 2013, 2014a y b).

¿Qué se entiende por activismo basado en investigación? ¿Cuáles son los puntos fuertes del activismo escolar en el contexto de la enseñanza de las ciencias? ¿Cuáles son las implicaciones para la escuela de la ejecución de iniciativas de activismo? En el marco de estas iniciativas, cuál debe ser el papel de los alumnos y cuál debería ser el papel de los profesores? ¿Qué obstáculos han que superar los profesores que participan en iniciativas de activismo? ¿Pueden las exposiciones desarrolladas por alumnos sobre temas científicos actuales y controvertidos ser una buena estrategia de activismo escolar?

Estas son las preguntas que orientan este módulo. Se pretende que los participantes construyan las respuestas para estas cuestiones a medida que exploran y discuten distintos recursos. Se comienza por abordar, desde un punto de vista teórico, el tema del activismo escolar; a continuación, se presenta un proyecto portugués innovador, llevando el activismo, el arte y la Web2.0 para las aulas (García-Bermúdez, Reis, & Vázquez-Bernal, 2014; Linhares & Reis, 2014; Scheid & Reis, 2016); finalmente, se muestra cómo pueden las exposiciones escolares asumirse como una excelente estrategia de



activismo, colocando a los alumnos en el papel de agentes capaces de contribuir a la educación de la comunidad.

Módulo 6. Evaluación del aprendizaje y del curso.

Se dedica a la evaluación del aprendizaje de los alumnos y del propio curso en sí mismo. Los participantes cumplimentarán una prueba final de evaluación de los aprendizajes adquiridos, un cuestionario de satisfacción sobre el curso y se ofrecerá la oportunidad de participar en un foro de evaluación.

Método de evaluación y seguimiento

La evaluación de los participantes será de carácter esencialmente formativo, si bien incluye asimismo una evaluación final sumativa. Incluye diversos tipos de instrumentos: a) pre-test (caracterización de los participantes) y post-test para conocer la evolución de los conocimientos del profesorado o los contenidos; b) evaluación de los contenidos tratados en cada módulo (auto-cuestionarios - con dimensión formativa inmediata y con posibilidad de repetición inmediata). Para obtener una evaluación positiva del curso, los participantes deberán haber cumplimentado todas las tareas de aprendizaje y de evaluación previstas en el curso, así como obtener 5 puntos (sobre 10) en la prueba final (post-test).

Para la evaluación del curso se emplearán tanto los resultados de la evaluación de los participantes como los datos procedentes de una reflexión final sobre los aspectos más destacados y sobre el impacto/influencia en dimensiones de desarrollo profesional del profesorado.

Audiencia a la que va destinado

Este curso va dirigido a un amplio espectro de personas relacionadas con la ciencia de muy diversas formas. A profesorado de ciencias de todos los niveles educativos (Educación Primaria, Secundaria y Universidad) y estudiantes de Formación Inicial de Profesorado. A personas con funciones de supervisión y/o formación y/o asesoramiento al profesorado de ciencias. A personas involucradas en el diseño de currículos y de materiales didácticos para la educación en ciencia y a aquellas otras involucradas en educación no formal en ciencia y la divulgación científica.

Dada la audiencia a la que va destinado el curso, se requieren conocimientos básicos de didáctica, a nivel de estudiante para profesorado, y conocimientos básicos de ciencias experimentales (física, química, biología, etc.) a nivel de Bachillerato (o formación similar)

Metodología

El trabajo que se está realizando responde a los planteamientos de las investigaciones basadas en el diseño (Rinaudo & Donolo, 2010). Bajo esta expresión se engloba un amplio espectro de enfoques de investigación, básicamente de corte cualitativo, que comparten modos característicos de abordar los problemas y el diseño de ambientes educativos innovadores. Estos enfoques, desde los primeros años del siglo XXI, vienen mostrando avances importantes para la mejora de la calidad de las prácticas instructivas y la ampliación de conocimiento sobre los procesos de aprendizaje, esto es, para el desarrollo de teorías educativas (Confrey, 2006).



El objetivo de las investigaciones basadas en el diseño es analizar, para comprender y mejorar, los procesos de enseñanza y aprendizaje en contexto, mediante el diseño y estudio sistemático de formas particulares de aprendizaje, estrategias y herramientas de enseñanza (Molina, Castro, Molina, & Castro, 2011). Este tipo de estudios se desarrollan usualmente en torno a la introducción de nuevos temas curriculares, nuevas herramientas para el aprendizaje o nuevas formas de organización del contexto de aprendizaje (Confrey, 2006). Responden a estudios de caso desarrollados a lo largo de diversos ciclos, en los que el propio diseño elaborado ante una propuesta didáctica se convierte en objeto de estudio, tanto desde el punto de vista de su elaboración, como de los resultados que se consiguen con la misma y las propuestas de mejora que emanan de resultados parciales y finales del proceso.

En este escenario el término "diseño" hace referencia al diseño instructivo (diseño de enseñanza o programa de instrucción) que se elabora, implementa y se somete a escrutinio de investigación, pero en un sentido ingenierístico: el diseñador (investigador) desarrolla un producto que después testa en condiciones reales, recogiendo a lo largo de la intervención los problemas del diseño, las necesidades de mejora, los avances y fracasos, los datos de otros participantes, etc., para posteriormente llevar a cabo un rediseño con vistas a superar los problemas detectados, para volver a una nueva implementación, y así sucesivamente (Cohen, Manion, & Morrison, 2011). En nuestro caso, el diseño instructivo es un curso MOOC sobre enfoques actuales de educación científica para la ciudadanía.

Existen diferentes propuestas acerca de cómo poner en práctica este tipo de metodologías. No obstante, existe cierto acuerdo en considerar tres fases importantes en un estudio de diseño, cada una de las cuales puede conllevar distintos procedimientos metodológicos. Así, Rinaudo & Donolo (2010) señalan las siguientes tres fases centrales del proceso investigativo: a) fase de preparación o de diseño; b) fase de implementación; c) fase de análisis retrospectivo. En síntesis, se diseña una intervención muy fundamentada desde el punto de vista teórico, se aplica, se analizan los resultados y se hace una modificación que vuelve a ser aplicada y revisada hasta que se considera que ya no se pueden obtener más datos relevantes. Es un proceso iterativo y cíclico que puede ser replicado en diferentes situaciones. Tomando en consideración estas ideas, las fases de esta investigación están delimitadas, en cada uno de sus ciclos, por los tres momentos importantes en el desarrollo del curso: diseño, aplicación y evaluación del curso.

El plan de trabajo previsto para el diseño y la preparación del curso se compone de cinco etapas que implican el establecimiento de cauces de comunicación y coordinación entre el equipo docente, el desarrollo de guiones de cada módulo, de los vídeos y materiales, así como la validación previa antes del montaje completo del MOOC. Se describen, a continuación, cada una de estas etapas:

1ª Etapa. Establecimiento de la metodología de trabajo.

Establecimiento de los cauces de comunicación y de coordinación del equipo docente. Se ha puesto en marcha una página del Campus Virtual de la Universidad de Málaga, como espacio para depositar e intercambiar toda la documentación que se vaya generando. Se ha realizado varias videoconferencias de todo el equipo docente para concretar los detalles de este plan de trabajo.



2ª Etapa. Diseño de los contenidos del curso

Realización del borrador completo de los contenidos del curso, formado por el guión de los vídeos, los materiales didácticos, las pruebas de evaluación, así como las lecturas y los foros que se incluirán. Durante esta etapa se han realizado videoconferencias y grupos de discusión para tratar cuestiones concretas del diseño del curso.

3ª Etapa. Desarrollo de los materiales y recursos

Grabación de los videos y elaboración de los materiales didácticos, así como su traducción a los idiomas del curso.

4ª Etapa. Validación del diseño y de los materiales y recursos

Se llevará a cabo una reunión del equipo docente para la validación final del diseño del curso y de los materiales y recursos elaborados.

5ª Fase. Montaje completo del curso

Se llevará a cabo el montaje técnico del curso completo por parte de los servicios técnicos de las universidades participantes.

La primera edición del curso, con una duración de 7-9 semanas, se desarrollará en la plataforma Miríada X⁴ al final del curso académico 2015-2016. Para el seguimiento del curso el equipo docente contará con las figuras de facilitadores, curadores y sanadores (5 doctorandos de las Universidades de Málaga y de Lisboa). Este personal se implicará de forma activa en su desarrollo, dinamizando e impulsando la comunicación social en el curso y estará en contacto permanente con el equipo docente para responder a cualquier incidencia que se pudiera producir.

Para la evaluación del curso se llevará a cabo un estudio de su impacto en las ideas y percepciones de las personas que lo siguen, en relación a la educación científica para la ciudadanía y la forma en que ésta se puede llevar a la práctica. Se utilizarán cuestionarios y participación en foros. Las valoraciones individuales de los participantes del MOOC, junto con sus comentarios y posibles sugerencias, servirán también para evaluar el curso y mejorar futuras ediciones del mismo. Igualmente, se recogerán las opiniones y valoraciones del equipo docente y de los colaboradores en el diseño y desarrollo del curso.

Resultados y consideraciones finales

Los resultados de esta investigación pueden entenderse desde tres puntos de vista:

a) El MOOC como un producto en sí mismo y su valor para la formación del profesorado. Como toda investigación de diseño, la propuesta final constituye en sí misma un resultado, por cuanto el propio proceso de investigación desarrollado contribuye a su validación con vistas a la práctica. Ya se dispone de un diseño inicial del MOOC que estará disponible en abierto en los próximos meses.

b) El posible impacto que el curso tenga en las personas a los que va dirigido. En este sentido, el proceso de transferencia de la investigación de diseño forma parte intrínseca de su propia idiosincrasia,

⁴ <https://miriadax.net/cursos>



especialmente amplificada en este caso por la amplitud a la que se dirige un MOOC.

c) Los resultados de la coordinación y de colaboración entre los distintos equipos de investigación para diseñar y desarrollar el curso. Esto es especialmente importante en nuestro caso, en el que participan cuatro universidades distintas, de dos países diferentes, con perspectivas de continuidad en cuanto al trabajo conjunto que han emprendido.

Finalmente, debemos resaltar que el trabajo conjunto y la coordinación, para el diseño y el desarrollo de este curso, de cuatro equipos de investigación diferentes pertenecientes a universidades de dos países (España y Portugal), está resultando muy fecundo para todo el equipo docente implicado en el mismo (22 miembros), lo que supone un valor añadido para un proyecto de este calibre.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del desarrollo del curso MOOC "Educación en ciencias para la ciudadanía del Siglo XXI. Enfoques actuales" que ha sido seleccionado en la Convocatoria para la Propuesta de Cursos MOOC: Curso 2015-16 del Grupo Tordesillas de Universidades⁵.

Referencias

- Aragón, M. M., Oliva, J. M., & Navarrete, A. (2010). Analogías y modelización en la enseñanza del cambio químico. *Investigación en la Escuela*, 71, 93-114.
- Blanco-López, A., España-Ramos, E., González-García, F. J., & Franco-Mariscal, A. J. (2015). Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: A Delphi study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 164-198.
- Blanco-López, A., Franco-Mariscal, A. J., & España-Ramos, E. (2015). A competence-based approach to the design of teaching sequences. An example about Oral and Dental Health and Hygiene. *Journal of Biological Education*, 50(2), 196-206. doi: <http://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080/00219266.2015.1058838>
- Brindley, J., Walti, C., & Blashke, L. (2009). Creating Effective Collaborative Learning Groups in an Online Environment. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 10(3), 1-18. Consultado en: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ847776.pdf>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (Eds.) (2011). *Research Methods in Education*. New York: Routledge.
- Confrey, J. (2006). The evolution of design studies as methodology. In R. Keith Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 135-152). New York: Cambridge University Press.
- COSCE (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: COSCE. Consultado en: http://www.cosce.org/pdf/Informe_

⁵ <http://www.grupotordesillas.net/convocatoria-mooc-2015-2016/>

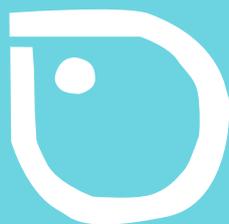


ENCIENDE.pdf

- De Jong, O. (2006). Making chemistry meaningful: conditions for successful context-based teaching. *Educación Química*, 17 (extra), 215-221.
- Franco, A. J., Blanco, A., & España, E. (2014). El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 649-667.
- García-Bermúdez, S., Reis, P., & Vázquez-Bernal, B. (2014). Potencialidades y limitaciones de los entornos virtuales colaborativos y las herramientas web 2.0 en la promoción del activismo sobre cuestiones ambientales en estudiantes de básica secundaria. *Uni/Pluriversidad*, 41/14(2), 502-507.
- Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, (número extra), 63-70.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.
- Halloun, I. (1996). Schemata modelling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 1019-1041.
- Ho, A. D., Reich, J., Nesterko, S., Seaton, D. T., Mullaney, T., Waldo, J., & Chuang, I. (2014). HarvardX and MITx: The First Year of Open Online Courses Fall 2012-Summer 2013 (HarvardX and MITx Working Paper No. 1), Consultado en http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2381263
- Hollands, F. & Tirthali, D. (2014). *MOOCs: Expectations and Reality*. New York: Columbia University Teachers' College, Center for Benefit-Cost Studies of Education.
- Justi, R., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: Using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, 48(1), 51-87.
- Linhares, E., & Reis, P. (2014). La promotion de l'activism chez les futurs enseignants partant de discussion de questions socialement vives. *Revue Francophone du Développement Durable*, 4, 80-93.
- Marchán-Carvajal, I., & Sanmartí, N. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación Química*, 26, 267-274.
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., & López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166.
- Millar, R. & Osborne, J. (Eds.). (1998). *Beyond 2000. Science education for the future*. London: King's College, School of Education. Consultado en: <http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Beyond%202000.pdf>
- Millar, R., & Osborne, J. (2009). Research and practice: A complex relationship? In M. Shelley II, L. Yore,



- L., & B. Hand (Eds), *Quality Research in Literacy and Science Education. International Perspectives and Gold Standards* (pp. 41-61). United Kingdom: Springer.
- Ministerio de Educación y Ciencia (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato (BOE núm. 25, de 29 de enero de 2015, 6986-7003).
- Molina, M., Castro, E., Molina J. L., & Molina, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 75-88.
- OECD (2013). *PISA 2015. Draft science framework*. Consultado en 31 diciembre, 2015, en <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>.
- Oliva, J. M. (2005). Sobre el estado actual de la revista "enseñanza de las ciencias" y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 123-132.
- Oliva, J. M., & Aragón, M. M. (2009a). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 27(2), 195-208.
- Perrenoud, P. (2012). *Cuando la escuela pretende preparar para la vida ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?* Barcelona: Graó.
- Rinaudo, M., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 22, 1-29. Consultado en http://www.um.es/ead/red/22/rinaudo_donolo.pdf
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sócio-política sobre controvérsias sóciocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1-10.
- Reis, P. (2014a). Promoting students' collective socio-scientific activism: Teacher's perspectives. In S. Alsop, & L. Bencze (Eds.), *Activism in science and technology education* (547-574). London: Springer.
- Reis, P. (2014b). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 16-26. Consultado en <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/unip>
- Reis, P. (2015). The potential of student planned and designed exhibits about responsible research and innovation: A development guide. Project IRRESISTIBLE - Bringing Responsible Research and Innovation into the classroom (EU.CSA-SA_FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1 – Project number612367).
Consultado en http://www.irresistible-project.eu/data_storage/Interactive_exhibitions_development_guide.pdf
- Rocard, M. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruselas: Comisión Europea. Consultado en: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Scheid, N., & Reis, P. (2016). As tecnologias da informação e da comunicação e a promoção da



discussão e ação sociopolítica em aulas de ciências naturais em contexto português. *Ciência & Educação*, 22(1), 129-144.

Sarasola, J. L., López, E., & Vázquez, E. (2013). *La expansión del conocimiento en abierto: los MOOC*. Barcelona: Octaedro.

Ültay, N., & Calik, M. (2012). A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 686-701.

Valverde, J. (2014). MOOCs: una vision crítica desde las ciencias de la educación. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 18(1), 93-111.

Yousef, A., Chatti, M., Schroeder, U., Wosnitza, M., & Jakobs, H. (2014). MOOCs: A Review of the State-of-the-Art Proceedings of 6th International Conference on Computer Supported Education – CSEDU 2014, Barcelona, Spain. Consultado en: <https://files.ifi.uzh.ch/stiller/CLOSER%202014/CSEDU/CSEDU%202014%20Volume%203.pdf>