



Universitat Oberta
de Catalunya

Máster universitario
de Educación y TIC.
Especialización en Diseño

Trabajo final de máster.
M1.338 TFM M2

FASE 4. Informe final

El rol de los MOOC en la alfabetización científica de la ciudadanía

Autora: Paula Rada Martínez
Docente: Beatriz Rodríguez Caldera

Enero de 2021, Santiago de Chile

Resumen y palabras clave

Resumen:

Los nuevos planteamientos participativos y flexibles del aprendizaje, dentro de los que se incluyen los cursos en línea abiertos y masivos, conocidos por el acrónimo MOOC, ofrecen grandes oportunidades para crear e intercambiar conocimientos y experiencias entre un número importante de personas, generando un evidente impacto social. Concretamente, estos cursos pueden desempeñar un rol sustancial en la alfabetización científica de la ciudadanía, muy necesaria para hacer frente a las diversas crisis y desafíos que enfrenta la sociedad del siglo XXI, que en muchos casos tienen relación con asuntos científicos y tecnológicos. En base a esto, en el presente trabajo final de máster (TFM) se analizan las principales fortalezas y limitaciones de los MOOC referidos a temáticas científicas, con la finalidad de identificar las características fundamentales que estos cursos deben tener, en términos de diseño, para mejorar la alfabetización científica de sus participantes. Por otra parte, y sin olvidar que uno de los propósitos de los MOOC es combatir la inequidad educativa, es importante considerar las desigualdades que persisten en la participación en estos cursos. En este sentido, se concluye que si bien los MOOC no cumplen con las expectativas que despertaron en un principio, continúan presentando un gran potencial para la democratización del conocimiento. A partir de ello, se sugieren algunas líneas futuras de trabajo, dirigidas a profundizar el estudio de la incidencia de los MOOC en la alfabetización científica, el aumento de la diversidad de su público y la mejora de los aspectos más débiles de estos cursos.

Palabras clave: Aprendizaje abierto, MOOC, alfabetización científica, educación científica, diseño tecnopedagógico, diseño instruccional.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	5
3. OBJETIVOS	7
4. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	7
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL TEMA	20
6. CONCLUSIONES	26
7. LIMITACIONES	26
8. LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO	27
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. Introducción

Los MOOC (cursos en línea abiertos y masivos), constituyen una forma de aprendizaje flexible y gratuito o a bajo costo que, apoyada en la tecnología, tiene la capacidad de contribuir en gran medida a la democratización y actualización del conocimiento (Atiaja y García-Martínez, 2021). Estos aspectos cobran una importancia fundamental en la sociedad actual, en la que el aprendizaje a lo largo de la vida es considerado un objetivo prioritario de las políticas educativas mundiales (Belando-Montoro, 2017).

Concretamente, una de las prioridades educativas para la ciudadanía del siglo XXI, que debe ser apoyada por diversas instancias de formación, es la alfabetización científica (Olmedo, 2011). En un mundo que afronta continuamente cambios, emergencias y desafíos relacionados con áreas como la salud, la tecnología y el medio ambiente, es esencial que las personas dispongan de una formación que les permita comprender las distintas opciones y contribuir a la resolución de los problemas (Gil y Vilches, 2006). En este sentido, existen indicios de que los MOOC constituyen una herramienta útil para fomentar la alfabetización científica de grandes números de personas pertenecientes a diversos contextos (Cook et al., 2017).

De acuerdo con esto, en los siguientes apartados de este trabajo final de máster (TFM) se presentan con más detalle la necesidad de alfabetización científica por parte del ciudadano común y las posibilidades que los MOOC ofrecen para la entrega e intercambio de conocimientos científicos. Asimismo, se detallan los objetivos específicos que se pretenden conseguir con el trabajo y se presentan e interpretan algunos de los principales antecedentes y conceptos que se han estudiado en torno al rol e importancia de este tipo de cursos en la educación científica de personas adultas, considerando fundamentalmente aspectos relacionados con el diseño instruccional o tecnopedagógico de los cursos. Posteriormente, se explica la evolución que ha experimentado este tema en los últimos años y, a partir de ello, se proponen algunas estrategias que pueden contribuir a potenciar las fortalezas y reducir las limitaciones en la implementación de MOOC que mejoren la alfabetización científica de sus participantes. También se plantean algunas reflexiones respecto a la capacidad real que están teniendo los MOOC para vencer la inequidad en términos de acceso a la educación científica. Finalmente, se explican las principales

razones por las que ha valido la pena profundizar en este tema, se presentan algunas limitaciones del trabajo desarrollado y se plantean posibles líneas de estudio que podrían complementarlo y darle continuidad.

2. Planteamiento del problema y justificación

La sociedad actual, caracterizada por la gran disponibilidad de información y conocimiento, presenta al mismo tiempo un preocupante problema de desinformación, noticias falsas y dificultad para encontrar contenidos pertinentes. Este problema afecta en gran medida a la información científica y se ha visto incrementado durante la crisis provocada por la Covid-19. Si bien durante los últimos dos años la población general ha incorporado en su saber numerosos conceptos científicos, principalmente relacionados con la microbiología y la inmunología, también se ha visto invadida por teorías negacionistas y conspiracionistas. Así, la pandemia ha estado acompañada de lo que se ha llamado una *infodemia* científica, que ha provocado un incremento de las dudas y la incertidumbre, constituyendo en muchos casos un obstáculo para la toma de decisiones acertadas (López-Borrull, 2020). Esto puede considerarse un ejemplo de que la falta de alfabetismo científico o cultura científica resulta peligrosa para la sociedad (Sánchez-Mora et al., 2020).

Por otra parte, además de crisis sanitarias, la ciudadanía debe enfrentar continuamente otros tipos de emergencias y desafíos, como los que tienen relación con el medio ambiente, el desarrollo o las catástrofes naturales y, frente a los cuales, la importancia de la alfabetización científica de la población se manifiesta también claramente, ya que la participación ciudadana en la toma de decisiones relacionada con asuntos científicos o tecnológicos como el cambio climático, las energías verdes o la producción de alimentos transgénicos, requiere por parte de las personas una formación científica suficiente (Gil y Vilches, 2006). Y si bien, como plantean Davies y Priestley (2017), la alfabetización científica en los países de Europa y América del Norte suele enfocarse en temas como los que se han mencionado, dando por supuesto que las necesidades básicas de la población están cubiertas, en los países en desarrollo aún es necesario resolver asuntos relacionados con la supervivencia, como los que tienen que ver con el acceso al agua potable y el tratamiento de aguas residuales, la seguridad alimentaria o la salud materna e infantil, entre otros. Así, en estos países, el alfabetismo científico no solo es clave para que las personas

se impliquen y respondan a los retos que plantea el desarrollo, sino que también tiene un fuerte impacto sobre la salud pública y la reducción de la pobreza, tal y como se ha demostrado en lugares como la India.

Lo anteriormente planteado justifica la importancia de seguir trabajando en mejorar la alfabetización científica de la ciudadanía, de forma que permita abordar necesidades reales en diferentes contextos. Al respecto, distintas investigaciones se enfocan en el fortalecimiento de la alfabetización científica a través de la educación formal entregada dentro del sistema educativo de los diferentes países (Gómez Díaz et al., 2018; Rosales et al., 2020). Pero, si bien intentar garantizar la alfabetización científica de la mayor parte de las personas debe ser un objetivo prioritario de las escuelas, también son necesarias otras instancias de formación, que permitan complementar o actualizar los aprendizajes logrados durante la infancia y la adolescencia en cualquier momento de la vida, más aún considerando que muchas personas abandonan el sistema educativo formal y que, por otra parte, los conocimientos y competencias necesarios para desenvolverse laboral y cívicamente cambian cada vez más rápido. En este contexto, las tecnologías de la información, el aprendizaje abierto y, más concretamente los MOOC, pueden desempeñar un importante rol, dando respuesta a algunos de los principales desafíos de la educación actual: optimizar recursos, ofrecer una formación continua a lo largo de la vida de las personas y permitir su compatibilización con otras actividades mediante modalidades flexibles (Fundación Telefónica, 2015).

A partir de estos antecedentes, en el presente TFM se consideran los MOOC como un modelo pedagógico que, mediante la incorporación de tecnologías digitales, permite abordar de forma idónea la necesidad de mejorar la alfabetización científica de un gran número de personas a lo largo de su vida en diferentes contextos. Esto, gracias a sus características inherentes como cursos disponibles en línea, masivos y abiertos, que en principio, permiten el acceso de cualquier persona y desde cualquier lugar.

Para garantizar la calidad de este trabajo, desde su inicio se han tenido en cuenta criterios de tipo ético. Al respecto, durante todo el proceso se ha buscado utilizar fuentes de información relevantes y actualizadas sobre el tema y se ha seguido la normativa APA de citación con el objetivo de atribuir correctamente la autoría y evitar el plagio. Por otra parte,

se ha trabajado también constantemente para que la redacción sea correcta, tratando de construir un texto coherente y verídico a partir de las aportaciones de diferentes autores.

Asimismo, para garantizar la responsabilidad social del trabajo, se ha utilizado un lenguaje no sexista, inclusivo y respetuoso con todas las personas y colectivos mencionados. Además, como se puede leer en el apartado de análisis y discusión del tema, se ha incorporado una perspectiva de análisis sobre ciertos elementos de compromiso ético y responsabilidad social, basado en la diversidad del público participante en los MOOC.

Por último, también se han aplicado criterios para garantizar la sostenibilidad. En ese sentido, ha habido un fuerte compromiso con el medio ambiente, que ha implicado, por ejemplo, no imprimir papel durante todo el proceso y utilizar siempre de forma preferente luz natural para trabajar.

3. Objetivos

Considerando lo anteriormente planteado, los objetivos específicos que se persiguen con este trabajo son:

- Describir las principales fortalezas y limitaciones de los cursos MOOC sobre temas científicos implementados actualmente.
- Identificar buenas prácticas en el diseño tecnopedagógico de MOOC orientadas a mejorar la alfabetización científica de sus participantes.
- Disponer de una serie de recomendaciones relacionadas con el diseño e implementación de cursos MOOC de áreas científicas encaminadas a fomentar la diversidad de su público.

4. Antecedentes y marco teórico

Con la finalidad de dar respuesta a los objetivos anteriormente planteados, se ha realizado una revisión de literatura en la que se han considerado principalmente artículos científicos y libros que muestran teorías, conceptos, resultados de investigaciones y experiencias educativas relacionadas con los temas propuestos.

En primer lugar, y antes de empezar a revisar antecedentes directamente relacionados con los MOOC, es importante considerar que este tipo de cursos surge dentro de una concepción más amplia que es la del aprendizaje abierto o educación abierta. Esta, en forma general, tiene como finalidad eliminar distintos tipos de barreras al aprendizaje, incorporando para ello varios principios que incluyen promover un aprendizaje flexible a lo largo de toda la vida, centrando el proceso de aprendizaje en el alumnado, reconociendo conocimientos y experiencias previas y ofreciendo oportunidades justas (Butcher et al., 2015). Dentro de este contexto, proporcionan un apoyo importante los Recursos Educativos Abiertos (REA u OER, por sus siglas en inglés) y los Materiales de Cursos Abiertos (más conocidos como *OpenCourseWare* u OCW). En este sentido, en el contexto español, resulta interesante un informe realizado por REBIUN (2019), en el que se presentan los resultados de un estudio realizado en 2018 sobre recursos educativos abiertos en las universidades españolas y se proponen algunas pautas para impulsarlos. Una de las conclusiones que se extrae de este estudio es que, si bien las universidades demuestran interés en publicar los recursos educativos que generan, existe una elevada dispersión y duplicidad de REA en plataformas no interconectadas y no existen consideraciones especiales ni suficientes políticas específicas al respecto. A partir de estos resultados, se proponen algunas pautas y recomendaciones relacionadas con aspectos como el establecimiento de directrices institucionales para la publicación de REA en plataformas institucionales, la garantía de interoperabilidad entre plataformas, la creación de políticas específicas para REA, la incorporación de incentivos en las políticas y procesos de evaluación y la entrega de servicios y herramientas para la creación de REA.

En cuanto a los MOOC específicamente, es indudable que constituyen una nueva modalidad formativa que ha captado el interés de muchas comunidades e instituciones de todo el mundo. De hecho, desde que en 2008, Stephen Downes y George Siemens organizaron en Canadá el primer MOOC, la oferta de este tipo de cursos ha experimentado un aumento progresivo. Aquel primer curso, cuyo título fue “Conectivismo y conocimiento conectivo”, dio inicio a un tipo de MOOC basados en la pedagogía conectivista que posteriormente se conocieron como cMOOC. Tres años después, en 2011, surgió un segundo tipo de MOOC, enfocado en proporcionar contenidos a un público masivo, denominado xMOOC. Posteriormente, han ido surgiendo distintas tipologías de cursos similares a los MOOC originales, que independientemente de sus características

particulares, pueden considerarse como formas innovadoras de transformar y mejorar la educación (Stracke et al., 2019).

Debido a la popularización de los distintos tipos de cursos en línea masivos y abiertos y a sus repercusiones en distintas áreas, estos se han convertido en el objeto de estudio de múltiples investigaciones. El año 2012 llegó a ser considerado como el año de los MOOC y a partir de entonces han surgido numerosos detractores, así como también defensores. En base a la diversidad de opiniones, Fernández-Ferrer (2019) realizó una revisión crítica de los MOOC en la que analizó sus principales ventajas y limitaciones desde el punto de vista del alumnado, el profesorado y las instituciones de educación superior. Este estudio destaca principalmente el potencial de este tipo de cursos para favorecer el aprendizaje flexible y a lo largo de la vida, gracias a elementos como su accesibilidad y apertura, la variedad de temáticas actualizadas que ofrecen y la autonomía en el aprendizaje que fomentan. Por el contrario, los principales puntos débiles encontrados en los MOOC estuvieron relacionados con la evaluación de los aprendizajes y la falta de personalización, aspectos en los que se sugiere seguir investigando.

Respecto a los MOOC relacionados en particular con áreas científicas, una revisión bibliográfica realizada por Pereira y Souza (2020) analiza 30 artículos de los años 2019 y 2020 sobre MOOC en las áreas de Biología (12 artículos), Física (8), Química (6), Astronomía (2) y Geología (2). Estos autores centraron su investigación en tres categorías, que fueron la evaluación, la permanencia de los estudiantes en los cursos y el uso de herramientas de enseñanza-aprendizaje. En cuanto a la evaluación, pudieron comprobar que, debido a la complejidad que involucra esta en cursos en línea y con una gran cantidad de participantes, existe una preferencia por el uso de cuestionarios. Sin embargo, varios de los estudios considerados se refirieron a la utilización de otros métodos más innovadores como la inclusión de foros, el aprendizaje basado en proyectos (ABP), la gamificación o la realización de entrevistas a una parte de los participantes. Respecto a la permanencia, se encontró que la mayoría de los estudios analizados detectó que menos de la mitad de los participantes completaron los cursos correspondientes, confirmando la existencia de una alta tasa de deserción. Por último, sobre los recursos, el análisis evidenció la utilización de diversos materiales de enseñanza-aprendizaje, siendo los vídeos los más utilizados, seguidos por foros, textos, audios, imágenes, elementos de gamificación y laboratorios

virtuales. Finalmente, como conclusiones de este estudio, nuevamente se destacan algunas fortalezas de los cursos MOOC, relacionadas con su naturaleza activa, abierta y flexible. Debido a ello, se reconoce su relevancia para la enseñanza y difusión de contenidos científicos. No obstante, se hace referencia a una posible incidencia de los MOOC en las desigualdades sociales, al alcanzar solamente a la parte de la población que tiene acceso a las tecnologías necesarias. Los autores proponen continuar investigando este aspecto, así como el desarrollo de mejores métodos de evaluación y de herramientas que fomenten la participación del alumnado en mayor medida, con el objetivo de mejorar su permanencia.

Un estudio interesante sobre la incidencia concreta de un MOOC en la educación científica de la ciudadanía, en relación con un tema de máxima vigencia, es el que realizan Cook et al. (2017). Estos autores documentaron la utilización de un MOOC desarrollado para la plataforma edX por la Universidad de Queensland (Australia) para abordar la ciencia física del cambio climático, así como la controversia social en torno a ella. Con este estudio, llegaron a la conclusión de que los MOOC pueden constituir una herramienta eficaz para involucrar a los estudiantes en temas controvertidos y desarrollar en ellos la capacidad de responder frente a la negación científica. Por otra parte, destacaron como un aspecto crucial para el éxito del curso la adopción de una pauta relacionada con la moderación de los foros. Según plantean los autores del estudio, su objetivo era alcanzar un equilibrio entre la discusión activa, el respeto entre los participantes y la argumentación basada en evidencias científicas. Las pautas que les permitieron conseguirlo, fueron representadas con el acrónimo TROLL, formado por los conceptos *teamwork* (trabajo en equipo por parte de los moderadores), *rules* (reglas claras desde un comienzo, tanto para los participantes como para los moderadores), *oversight* (supervisión constante y redirección o cierre de hilos problemáticos), *light touch* (tacto o delicadeza en la moderación, evitando acciones prematuras o muy duras) y *log* (registro de todas las actividades de moderación). Otra de las prioridades para el adecuado desarrollo de este curso, que contó con un total de 16.861 participantes de 165 países, considerando la controversia social existente en torno al tema de estudio, fue desarrollar materiales objetivos y académicamente rigurosos. Para ello, tuvieron en cuenta aspectos como la utilización de vídeos basados en investigaciones revisadas por pares, la revisión completa del curso por parte de académicos externos y la diversidad del equipo del curso, tanto en términos de nacionalidad como de disciplina. Todo esto, permitió que los participantes del curso, de distinto origen geográfico y cultural, se

involucraran de forma activa y productiva en el tema, mejorando su nivel de alfabetización científica.

Dentro del mismo ámbito, Ferrari Lagos et al. (2020) demostraron posteriormente el impacto positivo de un MOOC en español sobre la ciencia básica del Cambio Climático en la representación social de este fenómeno. En este caso, el curso fue desarrollado por investigadores de la Universidad de Salamanca (España) y alojado en el portal MiridiaX y estuvo dirigido a maestros de primaria y secundaria. Al igual que en el caso anterior, los resultados de esta investigación respaldan la idea de que los MOOC basados en conocimientos científicos pueden ser utilizados con éxito para mejorar la comprensión y cambiar la actitud de sus participantes, de manera que puedan contribuir de forma más eficaz a la protección del planeta. Si bien el alcance del curso analizado, en términos de participación, fue menor que en el caso del MOOC implementado por la Universidad de Queensland, este también incluyó a personas de distintas procedencias geográficas y profesionales, que además tenían edades muy diversas (entre 14 y 72 años).

Otro estudio en el que se analiza la utilización de un MOOC como herramienta de educación y divulgación científica es el de Tagawa et al. (2016). El curso estudiado trataba sobre temas del área de la geología, fue desarrollado por el Instituto Tecnológico de Tokio (Japón) para edX y contó con más de 5.000 participantes de 156 países. Al igual que en los casos anteriores, los autores pudieron demostrar los beneficios de este tipo MOOC para la enseñanza de las ciencias naturales y ofrecer algunas pautas para el éxito de los cursos enfocadas en la calidad y el atractivo de los materiales y la moderación de los foros.

En relación con el diseño instruccional de MOOC sobre temáticas científicas, Argueta y Ramírez (2017) realizaron una investigación sobre la utilización de recursos educativos abiertos (REA) y gamificación en el diseño de un MOOC sobre sustentabilidad energética. El curso estudiado en este caso, titulado “Energía: pasado, presente y futuro”, fue desarrollado y ofertado en México (en una plataforma llamada MéxicoX) y les permitió a las investigadoras obtener conclusiones relacionadas con la importancia del diseño instruccional en este tipo de MOOC para integrar de forma coherente todos sus componentes y presentar los contenidos de forma adecuada, favoreciendo la motivación e interacción de los participantes. La finalidad concreta de la investigación fue comprender

cómo se presentaban los componentes o atributos de innovación en el diseño instruccional del MOOC considerado, que integró gamificación y REA. El curso contó con la participación de 4.224 personas, quienes, como es característico de los MOOC, adquirieron los conocimientos correspondientes mediante un proceso de autogestión, sin la figura de un tutor. Cada tema del curso estuvo constituido por distintos tipos de recursos didácticos, incluyendo vídeos, lecturas, infografías y REA. Los contenidos estuvieron acompañados de actividades en las que los participantes debían resolver ejercicios y situaciones y de foros, que, en este caso, no contaron con moderadores. Finalmente la evaluación del curso estuvo integrada por distintas actividades, incluyendo exámenes, un reto a través del cual se podían obtener insignias y una práctica de evaluación entre pares. Todo el diseño estuvo a cargo de un equipo multidisciplinario, que trabajó de forma colaborativa. A través de su investigación, las autoras del trabajo identificaron dos tipos de innovación en el MOOC: una de carácter pedagógico, definida por una diseño instruccional con componentes coherentes y la integración de sistemas gamificados y otra determinada por una presentación innovadora y atractiva del contenido, fundamentalmente con la inclusión de vídeos cortos e infografías. Por otra parte, se demostró la importancia del rol del diseñador instruccional, como mediador entre el alumnado, la plataforma y los expertos de contenido. Asimismo, se confirmaron los beneficios de la inclusión de sistemas gamificados y REA, favoreciendo una experiencia de participación agradable y divertida. Finalmente, en cuanto a los posibles retos pendientes, se planteó la necesidad de investigar el papel del diseño instruccional de los MOOC en su bajo índice de finalización, teniendo en cuenta que la alta tasa de deserción es una de las principales limitaciones de este tipo de cursos.

También es interesante analizar un artículo de Vadillo y Bucio (2018) en el que se revisan aspectos del diseño de MOOC del área de la salud. En este caso, las autoras proponen un diseño multinivel, cuyo objetivo es incluir a personas con diferentes niveles de formación y experiencia, desde el público general hasta profesionales especializados. Para ello, se considera la inclusión de un nivel base, que incluye los contenidos nucleares del curso, acompañado de materiales, evaluaciones y actividades para diferentes tipos de participantes. Para ello, se propone también el uso de inteligencia artificial, para favorecer la personalización del curso de acuerdo al perfil y rendimiento de cada participante y ofrecer en cada caso una trayectoria adecuada.

Los estudios anteriores demuestran que en los últimos años ha existido interés por parte de investigadores de diversos continentes en analizar las ventajas de los MOOC para mejorar la educación científica de las personas y describir las características que estos cursos deben presentar para alcanzar con éxito sus objetivos. A este respecto, se pueden encontrar varios puntos en común en los estudios e investigaciones analizadas. En cuanto a las fortalezas de los cursos MOOC, tanto a nivel general como para los que están enfocados en temas científicos, como se ha descrito, se destacan principalmente la apertura y flexibilidad. También hay una coincidencia en cuanto a sus principales limitaciones, enfatizando aspectos relacionados con la evaluación y la alta tasa de deserción. Por último, se reconocen como buenas prácticas en varios casos la utilización de diversos materiales de calidad y la adecuada moderación de los foros.

A pesar de la existencia de interesantes estudios, como los que se han mencionado, se puede decir que las iniciativas que profundizan específicamente en la incidencia de los MOOC en la alfabetización científica son bastante puntuales, insuficientes todavía para lograr una visión amplia sobre el tema. Más aún, considerando el gran alcance de los MOOC, que según los últimos datos, en 2021 habrán llegado ya a más de 220 millones de estudiantes, con la participación de alrededor de 950 universidades, que han ofrecido alrededor de 19.400 cursos (todo esto sin considerar datos de China (Shah, 2021). De acuerdo con la misma fuente y considerando las áreas de interés para este trabajo, el 9,5% de los MOOC en el último año ha correspondido a temáticas de ciencias, y un 7,3 % a salud y medicina.

En relación con los principales conceptos implicados en el tema, en primer lugar es conveniente analizar el término MOOC. Este es un acrónimo en inglés que procede de las palabras *Massive Open Online Course*, es decir, cursos en línea masivos y abiertos (en castellano, COMA). Por lo tanto, tal y como plantea Atenas (2015), se trata de cursos, entregados a través de Internet, que aceptan un número ilimitado o elevado de participantes (que puede superar los miles de personas) y facilitan el libre acceso a los recursos y estrategias de evaluación que los constituyen. De acuerdo con la misma autora, y a pesar de que por lo general sus contenidos no son reutilizables, los MOOC se consideran una evolución del movimiento de aprendizaje abierto (*Open Learning Movement*). De hecho, algunos autores señalan que los MOOC van un paso más allá en este sentido, puesto que

no hacen libres solo los materiales, sino también los procesos de interacción, ofreciendo oportunidades de aprendizaje sin hacer necesaria la afiliación a una determinada institución (Durall et al. 2012, citados en Cabero et al., 2014).

Entre las principales características de este tipo de cursos se puede destacar también su gratuidad o bajos costos, un diseño basado en lo audiovisual con apoyo de texto escrito y una metodología colaborativa y participativa, que permite que el alumnado se convierta en generador de contenido y conexiones (Vásquez Cano y López Meneses, 2014), desplazando o superando la relación jerárquica entre el profesorado y el alumnado y distribuyendo la responsabilidad del aprendizaje (Méndez García, 2015). Castaño y Cabero (2013, citados en Cabero et al., 2014) mencionan además que los MOOC son recursos educativos semejantes a una clase y agregan como características distintivas de este tipo de cursos el hecho de que presentan fechas de comienzo y de finalización, cuentan con mecanismos de evaluación y permiten la participación interactiva de sus cientos o miles de participantes. López-Meneses (2017, citado en Vásquez et al., 2018, p. 180) añade que “son ofrecidos por muchas de las mejores instituciones del mundo y pueden suponer un punto de inflexión en el ecosistema biótico de Educación Superior”.

Respecto a las tipologías de MOOC, si bien existen propuestas amplias, que identifican hasta siete tipos de cursos, tal como plantean Cabero et al. (2014), comúnmente, se suelen distinguir los dos tipos ya mencionados anteriormente, xMOOC y cMOOC, además de un modelo híbrido entre ellos, generalmente conocido como tMOOC (*Transfer Massive Open Online Courses*). En la Tabla 1 se presentan algunas de las principales diferencias entre estos tres tipos de MOOC.

Tabla 1. Principales tipologías de MOOC

	cMOOC	xMOOC	tMOOC
Aspecto central	Aprendizaje distribuido en red.	Contenidos.	Tareas.
Perspectiva teórica	Conectivista.	Objetivista/conductista.	Constructivista.
Rol del profesorado	Facilitación.	Selección y transmisión de contenidos.	Mixto.
Rol del alumnado	Creación de conocimiento a través de la colaboración.	Adquisición de contenidos.	Resolución de tareas y actividades.
Principales materiales	Sesiones sincrónicas, diversidad de recursos y medios de intercambio de información.	Utilización de videoclases para la presentación de contenidos.	Incorporación de diferentes tipos de tareas individuales, grupales o colaborativas.
Evaluación	Apoyada en evidencias.	Basada en herramientas estandarizadas y automatizadas.	Análisis de la calidad de las tareas. Evaluación por pares.

Nota. Adaptado de “Las tipologías de MOOC: su diseño e implicaciones educativas”, 2014, Cabero et al. Acceso abierto.

Como ya se ha indicado, estos tres tipos de MOOC, de manera general, pueden ser considerados como los principales. Sin embargo, la clasificación ha experimentado muchos cambios y algunos MOOC, principalmente los tMOOC, han avanzado bastante en los últimos años, por lo que este aspecto será considerado nuevamente en el siguiente apartado.

Otro de los ejes fundamentales de este trabajo, es el diseño instruccional o tecnopedagógico de los MOOC. Por ello, antes de continuar avanzado en este tema, es importante definir el concepto de diseño instruccional. En ese sentido, y considerando que existen numerosas definiciones y matices, resulta útil como aproximación inicial la definición propuesta por Reiser y Dempsey (2007, citados por Guàrdia y Maina, 2012, p. 11), según la cual “el diseño instruccional es un proceso sistemático que se utiliza para desarrollar programas de educación y formación de una manera consistente y fiable”. Este término a

veces es sustituido por el de diseño tecnopedagógico, haciendo énfasis en la incorporación de las tecnologías de la tecnología e información (TIC) como parte del proceso, por lo que en este documento los conceptos de diseño instruccional y diseño tecnopedagógico serán utilizados de forma indiferente.

En cuanto al diseño instruccional de los MOOC, si bien los primeros cursos de su clase (concretamente, los cMOOC) implementados por Downes y Siemens, no tenían resultados de aprendizaje predefinidos y, por lo tanto, prácticamente carecían de diseño instruccional, se puede afirmar que actualmente han evolucionado de forma que este se ha convertido en un aspecto muy importante (Zapata-Ros, 2015). De hecho, tal como plantean Argueta y Ramírez (2017), el éxito de los MOOC, en términos de consecución de sus objetivos, está determinado en gran medida por su diseño instruccional. Por lo tanto, este debe ser sólido y cuidado, existiendo una adecuada organización de todos sus componentes.

Tal como se ha planteado, uno de los principales elementos a tener en cuenta para el diseño de un MOOC es la secuenciación de los contenidos. En base a esto, existe una propuesta para la creación de un curso de este tipo, que considera los siguientes pasos (Zapata-Ros, 2015):

1. Formulación de objetivos y epítome (concepto o síntesis de contenidos que da sentido global al curso). Los objetivos deben ser evaluables y alcanzables en distintos grados.
2. Construcción de unidades. Estas deben tener coherencia interna y ser homogéneas en cuanto a su extensión. Se construyen utilizando técnicas y herramientas de secuenciación de contenidos.
3. Construcción de guías docentes de las unidades. Dirigidas al profesorado del curso. Incluyen elementos como los criterios y métodos de evaluación, recursos y actividades.
4. Creación de guías didácticas de cada unidad. Dirigidas al alumnado. Comprenden objetivos de aprendizaje, actividades propuestas, procedimiento de autoevaluación, recursos y propuestas de evaluaciones complementarias.

5. Creación y organización de materiales para cada unidad. Considera el diseño de evaluaciones, establecimiento de foros, recopilación de materiales (PDF y PPTs), creación de videos.
6. Definición de los profesores asistentes. Si bien este tipo de docente no siempre está presente en los MOOC, pueden tener un importante papel en la supervisión y monitoreo del alumnado.

Para complementar la propuesta anterior, resulta útil también tomar en cuenta algunas de las lecciones y recomendaciones prácticas para el diseño e implementación de MOOC que entrega Méndez García (2015), quien hace hincapié en la importancia evitar cualquier tipo de improvisación en la creación de estos cursos. Entre las propuestas de esta autora, se encuentran la especificación clara y oportuna al alumnado de las tareas y requisitos necesarios para superar el curso con éxito, la incorporación de sesiones de orientación sobre el uso de la plataforma, el control de la longitud de los videos utilizados, una oferta variada de materiales y actividades de distinto nivel, la integración del uso de redes sociales y la entrega de insignias (*badges*) como elemento motivador. En lo referente a la evaluación, la misma autora plantea que en los MOOC con un gran número de participantes, más allá de los test auto-evaluados, la evaluación entre pares es la opción más factible. Para mejorar la objetividad de esta forma de evaluación, propone que cada actividad de un estudiante sea evaluada por otros dos o tres participantes, escogidos al azar. La eficacia de algunas de estas propuestas ha sido demostrada también por otros autores, que proponen que la incorporación de redes sociales en los xMOOC, como parte de la estrategia de aprendizaje, les aporta a este tipo de cursos las principales ventajas de los cMOOC (Fidalgo et al., 2013). Así, estos autores, proponen un diseño instruccional en el que los participantes generan conocimiento de forma cooperativa.

Las propuestas y recomendaciones anteriores permiten hacer frente a los desafíos que presenta el diseño de MOOC, entre los que se puede destacar la gran heterogeneidad del alumnado en aspectos como motivación, conocimientos previos, nivel de estudios, interés, acceso y conocimiento de la tecnología e incluso idioma, la escasa o inexistente interacción entre el profesorado y el alumnado y las altas tasas de abandono (Méndez García, 2015). En este sentido, se ha demostrado específicamente que los MOOC cooperativos, basados en el uso intensivo de redes sociales y la realización de actividades por parte de los

estudiantes, permiten mejorar la satisfacción del alumnado con la percepción del diseño, contribuyendo así a aumentar la motivación, mejorar el rendimiento académico y reducir las tasas de abandono (Castaño et al., 2015).

Otro de los principales conceptos que es necesario analizar para profundizar en la temática del trabajo es el de la alfabetización científica. Este concepto es complejo y ha sido definido de diversas maneras a lo largo del tiempo. Según lo que describen Gómez Díaz et al., (2018), surge en Estados Unidos, a mediados del siglo XX, para nombrar la capacidad de la ciudadanía de comprender los problemas científicos y tecnológicos con la profundidad necesaria para formar una opinión propia y participar de la democracia. A partir de ese momento, comienza a discutirse qué significa la alfabetización científica, a veces también conocida como cultura científica, y cómo se puede conseguir, creciendo el interés al respecto, gracias a la investigación y el diseño y desarrollo de nuevos currículos y metodologías educativas. Como resultado de la discusión, se proponen diferentes definiciones que evolucionan desde un concepto basado fundamentalmente en listas de contenidos científicos que deben ser conocidos hacia percepciones más profundas, que incluyen entre sus objetivos que las personas conozcan no solo el conocimiento científico acumulado, sino la forma en que este se genera y modifica. Para el desarrollo de este trabajo, se considerará una definición basada en la de Romero-Ariza (2017, citado en Rosales Sánchez et al., 2020, p.2) que abarca de manera concisa los diferentes elementos mencionados; según esta, la alfabetización científica corresponde a lo que una persona necesita “saber, valorar y saber hacer para desenvolverse adecuadamente en situaciones relacionadas con la ciencia y a la tecnología”.

Por otra parte, además de definir en qué consiste la alfabetización científica, para poder demostrar cómo una determinada modalidad educativa incide en ella, sería interesante poder medirla. En este sentido, no son muchas las investigaciones encontradas, menos aún asociadas a la participación en MOOC. Sin embargo, puede ser útil considerar como referencia la siguiente serie de siete indicadores propuesta para evaluar el grado de alfabetización científica del alumnado que ha finalizado la Educación Secundaria Obligatoria en España (Balastegui et al., 2020):

1. Utilizar el método científico para entender mejor los fenómenos naturales y resolver problemas que su estudio plantea. 2. Utilizar conceptos de forma cualitativa para explicar situaciones que tienen lugar en nuestro entorno. 3. Analizar y reconocer la importancia y repercusiones para la sociedad y el medio ambiente de la ciencia y la tecnología. 4. Interpretar información científica y utilizarla para formarse una opinión propia, expresarse adecuadamente mediante juicios y tomar decisiones. 5. Argumentar, redactar y debatir temas científicos utilizando correctamente la lengua. 6. Comprender la naturaleza de la ciencia. 7. Desarrollar una actitud positiva hacia la ciencia y su aprendizaje. (p.4)

Si bien los indicadores anteriores, como se ha indicado, fueron propuestos en un contexto diferente al de este trabajo, permiten reflexionar sobre los objetivos específicos de la alfabetización científica.

También resulta importante para los objetivos de este trabajo, considerar el concepto de aprendizaje a lo largo de la vida. Este, como ya se mencionó anteriormente, ha sido considerado como un objetivo prioritario por organismos internacionales como la UNESCO y administraciones educativas de diversos países. Según el Memorándum sobre el aprendizaje permanente publicado por la Comisión de las Comunidades Europeas (2000, citado en Belando-Montoro, 2017) el aprendizaje a lo largo de la vida o aprendizaje permanente se define de la siguiente manera:

Toda actividad de aprendizaje realizada a lo largo de la vida con el objetivo de mejorar los conocimientos, las competencias y las aptitudes con una perspectiva personal, cívica, social o relacionada con el empleo. (p. 222)

Esta definición evidencia que la concepción vigente de aprendizaje a lo largo de la vida va mucho más allá del ámbito laboral y que abarca distintos tipos de aprendizaje. Es decir, comprende actividades de aprendizaje formal, no formal e informal. En este sentido, es indudable el importante papel que juegan los MOOC, prestando un gran servicio en la formación permanente y el reciclaje de conocimientos (González Rabanal, 2014). Por otra parte, la alfabetización científica constituye una parte esencial del aprendizaje permanente o a lo largo de la vida, debido a la creciente importancia de la ciencia y la tecnología en la sociedad actual. En relación con esto, Davies y Priestley (2017) señalan que, si bien la

educación formal debería preparar a las personas para ser científicamente alfabetizadas, existen quienes no han recibido dicha formación, por lo que son necesarias las ocasiones para el aprendizaje permanente en contextos no formales e informales. Además, incluso en el caso de haber recibido una formación inicial adecuada, la actualización de conocimientos es siempre necesaria.

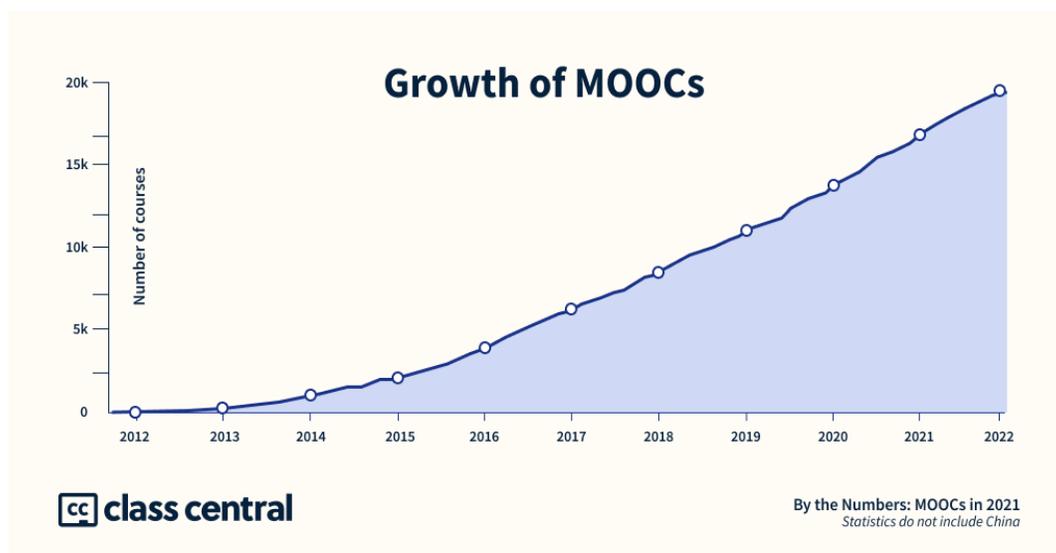
En general y de acuerdo a los antecedentes presentados, se puede afirmar que existe una línea de estudio que percibe los MOOC como una modalidad educativa que tiene poco que aportar y que constituye más un modelo de negocio que una propuesta que realmente suponga mejoras significativas en la educación (Cabero et al., 2014). Sin embargo, otra línea, en la cual se sitúa este trabajo, considera que, si bien este tipo de cursos presenta limitaciones y existen aún muchos aspectos por resolver, los MOOC continúan siendo una alternativa muy interesante a través de la cual las instituciones educativas ofrecen oportunidades de formación de calidad a un público masivo y muy diverso. Tal como plantea Méndez García (2015), probablemente no tengan el potencial de resolver los principales problemas de la educación superior, como en algún momento se pensó, pero sí presentan gran utilidad como una herramienta alternativa de formación. Por otra parte, existe cierto consenso también en que, en la mayoría de los MOOC actuales, el diseño instruccional es un aspecto fundamental, por lo que trabajando adecuadamente en él, se pueden enfrentar las dificultades que presentan estos cursos en aspectos como la evaluación y la interacción entre los participantes. Por último, en relación con la incidencia de los MOOC en la alfabetización científica, tal como se ha planteado desde un principio en este trabajo, estos cursos presentan un importante potencial en ese sentido y existen antecedentes concretos que lo demuestran, aunque sería conveniente seguir investigando en esta dirección.

5. Análisis y discusión del tema

En los primeros años después de su irrupción, los MOOC fueron considerados por muchas personas como la solución a gran parte de los problemas de la educación. Sin embargo, a partir de 2013 empezaron a aparecer las críticas y dudas respecto a este tipo de cursos, principalmente en aspectos como su calidad académica, su evaluación y la utilidad de sus certificaciones académicas (Fernández-Ferrer, 2019). Incluso, se pasó de denominar el año 2012 como “año de los MOOC” a hablar en 2013 de “año anti-MOOC” o “año de

escepticismo con respecto a los MOOC” (Vadillo y Bucio, 2018, p. 93). Pero a pesar de las dificultades y limitaciones que los MOOC plantean y de que aún quedan muchas incógnitas por resolver en torno a ellos, es posible afirmar que corresponden a un fenómeno que se mantiene muy vivo aún en la actualidad (García Aretio, 2017). De hecho, recientes revisiones de la producción científica sobre MOOC, como la de Ruiz-Palmero et al. (2021), demuestran la consolidación de esta modalidad formativa y del alto interés científico que despiertan, siendo España uno de los países que lideran la investigación sobre estos cursos. A pesar de lo anterior, los mismos autores evidenciaron que la producción científica en este ámbito, que hasta 2018 había tenido un crecimiento progresivo, experimentó un descenso en 2019, por lo que habrá que esperar para saber cómo continúa esta tendencia en los próximos años. Aunque considerando el crecimiento experimentado por la oferta de MOOC durante la década que ha transcurrido ya desde la popularización de este tipo de cursos (Figura 1), es de esperar que la investigación al respecto también retome su crecimiento.

Figura 1. Número de MOOC ofrecidos desde 2012.



Nota. Tomado de “By The Numbers: MOOCs in 2021”, 2021, Shah. Class Central © 2011-2021

Respecto a la evolución de los tipos de MOOC, aunque como se indicó anteriormente, los cMOOC fueron los primeros en surgir, los xMOOC pronto los superaron en número e

importancia. Sin embargo, tanto los cMOOC como los xMOOC han sido objeto de diversas críticas. Mientras los cMOOC, fueron considerados por algunos autores como caóticos y poco reglados, los xMOOC presentan problemas asociados a la falta de individualización y a su tradicional metodología, principalmente de evaluación, con un modelo que se considera ya superado (Cabero et al., 2014). Como consecuencia de esto e intentando integrar las ventajas de los dos tipos originales de MOOC, han ido surgiendo diversos tipos de cursos, entre ellos los ya mencionados tMOOC. Estos, en los últimos años, han continuado avanzando a través de nuevas propuestas que, como indican Osuna-Acedo et al. (2018) van más allá de la resolución de tareas y actividades por parte de los participantes. Estas autoras definen un nuevo modelo de tMOOC caracterizado por lo que han denominado las 10 T's, que representan los conceptos de: 1) tareas auténticas, aplicadas a situaciones de la vida real, 2) transferencia del aprendizaje hacia la profesión, 3) transformación pedagógica, basada en la colaboración y la reflexión conjunta, 4) TRIC (tecnologías de la relación, la información y la comunicación), 5) transmedialidad, dada por la incorporación de múltiples soportes de aprendizaje, 6) temporalidad abierta, caracteriza por múltiples entornos y una cronología flexible, 7) trabajo colaborativo, a través del intercambio de conocimientos y experiencias entre los participantes, 8) talento intercreativo, basado en la construcción colectiva de conocimiento a través de la cooperación, 9) transnacionalismo, dado por la confluencia de personas de diferentes culturas y países y 10) tolerancia, fundamentada en el respeto a la diferencia y la aceptación del error. Desde esta perspectiva, se puede afirmar que existe una proyección de los MOOC hacia un modelo orientado por una parte al emprendimiento hacia el ejercicio profesional y por otra parte al empoderamiento social.

En cuanto a la relación específica de los MOOC con la educación científica, la investigación no ha sido tan abundante, por lo que resulta más complejo describir cómo ha evolucionado la problemática en este sentido. Sin embargo, desde el origen del conectivismo, asociado al cual surgen los MOOC, es posible establecer algunas conexiones entre este y la enseñanza por investigación en el área de las ciencias naturales, que según lo que plantean algunos autores, no ocurre solo en los laboratorios, sino también a partir del diálogo y el debate (Pereira y Souza, 2020). Lo anterior podría considerarse como un argumento a favor de la utilización de los MOOC, no solo como herramienta de divulgación de las ciencias, sino también de investigación. Además, tal como se describió en los apartados anteriores,

actualmente una buena parte de los MOOC ofrecidos a través de las distintas plataformas e instituciones abarcan temáticas del área de las ciencias naturales y se han realizado investigaciones sobre las características de estos cursos, en los que se analizan sus ventajas y limitaciones, considerando aspectos como los métodos de evaluación utilizados, la permanencia de los estudiantes en los cursos y el uso de distintas herramientas de enseñanza-aprendizaje. A pesar de ello, la incidencia de este tipo de cursos en la educación científica no es un asunto suficientemente tratado, pero se puede esperar que continúen los estudios en ese sentido, principalmente en relación con cursos referidos a problemáticas muy vigentes en el momento actual y con un evidente impacto social, como por ejemplo, la crisis climática o la vacunación. Por otra parte, la revisión sobre las líneas de investigación abiertas en relación con los MOOC, muestran que si bien la mayor parte de los artículos de los últimos años se abordan desde materias del área de las Ciencias Sociales, en muchos casos se hace también desde disciplinas relacionadas con las Ciencias Naturales, principalmente de las áreas de la salud y la Biología (Ruiz-Palmero et al., 2021).

También es importante mencionar que un aspecto que se está investigando y desarrollando en los últimos años, con el fin de consolidar el papel que juegan los MOOC en la sociedad actual y alinearlos con el mercado laboral, es el de un modelo que permita acreditar aprendizajes a través de microcredenciales. Esta nueva forma de certificación se está desarrollando ya en países como EE.UU., Australia y los que forman parte del European MOOC Consortium (EMC), que agrupa a las principales plataformas y Universidades que ofrecen este tipo de cursos en Europa. De hecho, según datos recientes, en 2021 existirían ya 1670 microcredenciales (Shah, 2021). Además de permitir que el alumnado alcance metas profesionales y académicas a través de pequeñas unidades de estudio como son los MOOC, las microcredenciales están pensadas para facilitar el reconocimiento de estudios entre diferentes instituciones y, sobre todo, contribuir a la personalización del aprendizaje (European MOOC Consortium [EMC], 2021). En el caso de la educación científica, esta forma de acreditación resulta interesante y conviene seguir investigando al respecto, ya que facilita la actualización de conocimientos, en áreas que evolucionan con mucha rapidez.

Otro aspecto fundamental de este trabajo es la incorporación de elementos de compromiso ético y responsabilidad social, que se aborda principalmente en relación con la reflexión sobre la diversidad del público participante en el tipo de MOOC considerado, sobre todo en

términos de nivel socioeconómico y género. En este sentido, se pueden diferenciar dos puntos de vista. Por una parte, existe un consenso bastante generalizado sobre la capacidad de los MOOC de proporcionar educación de calidad a una gran cantidad de personas, contribuyendo a disminuir las desigualdades en términos de aprendizaje y generando impactos económicos, sanitarios y sociales. Esta postura es defendida por autores como Castillo et al. (2015), que analiza el futuro de los MOOC en los países en desarrollo, llegando a la conclusión de que en dichas regiones estos cursos continúan ofreciendo grandes oportunidades y efectivamente permiten mejorar la alfabetización científica. Sin embargo, también existen autores que han afirmado que a pesar de las expectativas que generan los MOOC, como una alternativa para vencer la inequidad o la falta de acceso a la educación, hasta el momento no cubren con ese propósito. Esto, debido a que la mayoría de estudiantes que acceden a los MOOC ya tienen títulos universitarios y pertenecen a los sectores con mejores ingresos y suficientes competencias digitales (Pereira y Souza, 2020). Por otra parte, se ha planteado que, a nivel global, la gran mayoría de los participantes en este tipo de cursos proviene de América del Norte y Europa, siendo muy reducido el acceso en regiones como Asia o África (Manotas Salcedo, 2018). En cuanto al género, también existen evidencias de que, a pesar de que los MOOC son accesibles por igual a mujeres y varones, hay factores que condicionan una participación asimétrica de ambos géneros (Montes-Rodríguez, 2019). Algunos autores plantean también que la brecha de género digital con la que se enfrentan en general las tecnologías de la información y la comunicación, marca igualmente diferencias en los MOOC, aunque queda mucho por investigar en este sentido (Ruiz-Palmero et al., 2021).

A partir de lo que se ha descrito, es posible concretar algunas recomendaciones en el marco de hipotéticas propuestas formativas relacionadas con el diseño, desarrollo e implementación de MOOC que tengan entre sus objetivos mejorar la alfabetización científica de sus participantes. Al respecto, como se ha planteado anteriormente, es fundamental trabajar fuertemente en el diseño instruccional de los cursos, a través de equipos multidisciplinarios. Algunos de los principales elementos que debe tener en cuenta este diseño son una adecuada secuenciación de contenidos de calidad y el fomento de la participación e interacción del alumnado, a través de herramientas como la gamificación y el uso de redes sociales. Por otra parte, en cuanto al diseño, algunos de los aspectos en los MOOC en los que se debe seguir investigando son la mejora y diversidad de las

estrategias de evaluación, considerando que la evaluación entre pares es una alternativa bastante factible y satisfactoria, y el avance hacia una mayor personalización de los cursos mediante el uso de inteligencia artificial. También se debe trabajar en el desarrollo de elementos que permitan aumentar las tasas de finalización de los cursos, que sigue siendo uno de los aspectos más deficientes en los MOOC. Aunque tal vez hay que tener en consideración que algunas características distintivas de los MOOC, como son la gratuidad o el bajo costo, la masividad y la apertura, conducen a que muchas personas se inscriban a los cursos sin un compromiso real de participación y permanencia, independientemente de la calidad que estos presenten.

Por otro lado, en relación con la diversidad del público de los cursos, es innegable que la educación tiende a reflejar las evidentes y preocupantes desigualdades de la sociedad y que los MOOC no son completamente ajenos a ellas. Sin embargo, gracias a su carácter abierto, gratuito y masivo, tienen mayor potencial que otras modalidades educativas para vencer, o al menos reducir, los distintos tipos de inequidades. Para poder contribuir en este sentido, será necesario profundizar los estudios sobre las deficiencias existentes y proponer medidas concretas para reducirlas, aspectos en los cuales todavía falta mucho por avanzar y que, tal como plantean Moura et al. (2017) deberán ir acompañadas de acciones gubernamentales para democratizar el acceso a la tecnología y reducir las brechas digitales. A pesar de ello, existen ya algunas experiencias que permiten afirmar que se puede seguir avanzando hacia una mayor diversidad en el público de los MOOC. Por ejemplo, se ha demostrado que la incorporación de una declaración de diversidad en la presentación de un MOOC puede permitir aumentar la inscripción en el mismo de estudiantes de un menor nivel socioeconómico (Kizilcec y Saltarelli, 2019). Considerando algunas de las debilidades de los cursos MOOC planteadas por Vásquez et al. (2018), otras medidas que pueden contribuir a enfrentar las principales deficiencias de estos en términos de equidad en el acceso son el uso de idiomas locales, diferentes al inglés, y la adaptación a dispositivos móviles.

Para terminar este punto, y como un ejemplo de la manera en que pueden ser utilizados los MOOC para generar aprendizajes de gran utilidad práctica en contextos desfavorecidos y poco habituales, resulta inspiradora una iniciativa llevada a cabo en África occidental en 2014. A finales de octubre de dicho año, durante los peores momentos de la crisis del ébola,

más de 10.000 personas, incluyendo ciudadanos comunes y personal de salud, completaron el MOOC *Understanding the Ebola Virus and How You Can Avoid It*, lo que demuestra de forma excelente el potencial de estos cursos para dar respuesta a necesidades urgentes y concretas de formación en países en desarrollo (Fernández-Ferrer, 2017), en los que, como ya se mencionó antes, la alfabetización científica debe ayudar a resolver asuntos relacionados con la supervivencia y la vida (Davies y Priestley, 2017).

6. Conclusiones

Este trabajo ha tenido como finalidad analizar el rol de los MOOC en la alfabetización científica de la ciudadanía. Para ello, se formularon tres objetivos específicos que fueron descritos en el apartado correspondiente. Al respecto, se puede afirmar que el trabajo desarrollado ha permitido avanzar en la profundización de la temática propuesta y alcanzar un logro bastante satisfactorio de los objetivos, a partir de una amplia revisión de literatura, que ha incluido artículos científicos relevantes y rigurosos de ámbito internacional, y la correspondiente reflexión sobre la problemática planteada. Concretamente, a lo largo del trabajo se han descrito algunas de las principales fortalezas y limitaciones de los cursos MOOC en general y específicamente de aquellos enfocados en temas científicos. También se ha conseguido identificar prácticas exitosas en el diseño instruccional de los MOOC, lo que además ha permitido vincular el TFM con la especialidad de diseño tecnopedagógico cursada en el Máster. Por último, y tal vez en menor medida debido a una cierta escasez de bibliografía sobre el tema, se han podido rescatar algunas recomendaciones relacionadas con el diseño de estos cursos encaminadas a fomentar la diversidad de su público, a partir de una reflexión previa sobre las deficiencias existentes en este sentido.

Lo anterior permite afirmar que ha valido la pena profundizar en esta temática, porque, a pesar de algunas limitaciones del trabajo, que se describirán a continuación, ha quedado demostrado que existe una interesante y prometedor campo de investigación en torno a las posibilidades que ofrecen los MOOC como herramienta de alfabetización científica.

7. Limitaciones

Tal como se ha explicado en el apartado anterior, el trabajo ha permitido profundizar en la temática propuesta y alcanzar de forma bastante satisfactoria los objetivos propuestos. Sin

embargo, también ha presentado ciertas limitaciones. En relación con esto y tal como se indicó anteriormente, el objetivo de disponer de recomendaciones encaminadas a fomentar la diversidad del público participante en cursos MOOC de áreas científicas solo se ha cumplido de forma parcial, puesto que no se han encontrado suficientes investigaciones referidas a dicho tema.

Por otra parte, si bien la organización del trabajo en varias fases y las orientaciones proporcionadas en cada una de ellas han sido muy útiles para un adecuado desarrollo de la investigación, el tiempo disponible para cada etapa y la extensión esperada para los documentos no han resultado propicios para la realización de un estudio exhaustivo.

También es importante mencionar que, a pesar de que se han revisado artículos de distinta procedencia geográfica, hay un importante predominio de bibliografía en español.

8. Líneas futuras de trabajo

A partir del trabajo realizado, surgen algunos aspectos en los que sería interesante seguir investigando. Principalmente, para continuar profundizando en el tema, la sugerencia que surge es la de realizar estudios empíricos para comprobar de qué manera la participación en determinados tipos de MOOC contribuye a mejorar la alfabetización científica de sus participantes y qué factores influyen en ello. En esa dirección, una posibilidad sería evaluar la alfabetización científica de los estudiantes antes y después del curso. Para ello, se podría aplicar, por ejemplo, un cuestionario basado en los principales objetivos de la alfabetización científica, siguiendo el ejemplo de Balastegui et al. (2020).

También se sugiere la realización de estudios sobre la diversidad existente (en términos de nivel socioeducativo, género, competencia digital u otros) entre el alumnado de cursos MOOC de áreas científicas, para posteriormente poder identificar y desarrollar prácticas que puedan contribuir a incrementar esta diversidad, llegando a las personas que más necesitan la formación.

Por último, tal como plantean varios de los autores citados a lo largo del trabajo, se recomienda seguir investigando sobre posibles maneras de mejorar los aspectos débiles de los MOOC, como su evaluación, acreditación y tasas de finalización.

9. Referencias bibliográficas

- Argueta Velázquez, M. G. [Martha Griselda], & Ramírez Montoya, M. S. [María Soledad] (2017). Innovación en el diseño instruccional de cursos masivos abiertos con gamificación y REA para formar en sustentabilidad energética. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(4), 75–96. <https://doi.org/10.14201/eks20171847596>
- Atenas, J. [Javiera] (2015). Model de democratització dels continguts albergats en els MOOC. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 12(1). 3-14. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2031>
- Atiaja, L. [Lourdes] & García-Martínez, A. [Andrés] (2021). Reflexiones en torno a los MOOC apoyados por tecnologías emergentes desde la visión ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Innova Educación*, 3(3), 73-84. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.004>
- Balastegui, M. [Mireia], Palomar, R. [Rafael] y Solbes, J. [Jordi] (2020). ¿En qué aspectos es más deficiente la alfabetización científica del alumnado de Bachillerato? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 17(3), 3302-3302. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3302
- Belando-Montoro, M. R. [María R.] (2017). Aprendizaje a lo largo de la vida: Concepto y componentes. *Revista iberoamericana de educación*, 75, 219-234. <https://doi.org/10.35362/rie7501255>
- Butcher, N. [Neil], Kanwar, A. [Asha] y Uvalic-Trumbic, S. [Stamenka]. (2015). *Guía básica de recursos educativos abiertos (REA)*. UNESCO. <https://www.subitus.com/wp-content/uploads/2020/10/Recursos-Educativos-Abiertos.pdf>
- Cabero Almenara, J. [Julio], Llorente Cejudo, M. D. C. [María del Carmen] y Vázquez Martínez, A. I. [Ana Isabel] (2014). Las tipologías de MOOC: su diseño e implicaciones educativas. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 18(1), 13-26. <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/3140>

- Castaño, C. [Carlos], Maiz, I. [Inmaculada] y Garay, U. [Urtza] (2015). Diseño, motivación y rendimiento en un curso MOOC cooperativo= Design, Motivation and Performance in a Cooperative MOOC Course., *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación = Scientific Journal of Media Education: 44(1)*, 19-26. <http://digital.casalini.it/10.3916/C44-2015-02>
- Castillo, N. [Nathan]., Lee, J. [Jinsol], Zahra, F. [Fatima], & Wagner, D. [Daniel]. (2015). MOOCS for development: Trends, challenges, and opportunities. *Journal Articles (Literacy.org)*. 6. https://repository.upenn.edu/literacyorg_articles/6
- Cook, J. [John], Winkler, B. [Baerbel], Finn, C., y Dodgen, T. [Tanya] (2017). Challenges and learning opportunities in a controversial MOOC forum on climate science denial. In *10Th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2017)*, 3460-3468. <https://doi.org/10.21125/iceri.2017.0947>
- Davies, R. [Rob] y Priestley, C. [Carol] (2017). *Alfabetización científica en Países en Desarrollo. Estudio panorámico*. Network por Information an Digital Access (NIDA). https://cloud-cube-eu2.s3.amazonaws.com/ddm6zkkm12zw/public/documents/SL_Research_Report_Final_-_ES.pdf
- European MOOC Consortium. (2021). *Models and guidelines for assessment and recognition of MOOCs and microcredentials*. https://emc.eadtu.eu/images/publications_and_outputs/EMC-LM_WP4_Models_and_Guidelines.pdf
- Fernández-Ferrer, M. [Maite]. (2017). Democratizando la educación a nivel mundial: ¿Ficción o realidad? El papel de los cursos en línea masivos y abiertos. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(2), 445-461. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56752038024>
- Fernández-Ferrer, M. [Maite]. (2019). Revisión crítica de los MOOC: pistas para su futuro en el marco de la educación en línea. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 73-88. <https://doi.org/10.4995/redu.2019.11275>

- Ferrari Lagos, E. [Enzo], Abad, F. [Fernando] & Ruiz Méndez, C. [Camilo] (2020). La eficiencia de un MOOC de Ciencia básica en español para mejorar la representación social del Cambio Climático. *Comunicación Y Métodos*, 2(2), 21-34. <https://doi.org/10.35951/v2i2.81>
- Fidalgo, Á. [Ángel], Sein-Echaluce, M. L. [María Luisa] y García-Peñalvo, F. J. [Francisco J.] (2013). MOOC cooperativo. Una integración entre cMOOC y xMOOC. *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC*. 481-486. <http://hdl.handle.net/10366/122486>
- Fundación Telefónica (2015). *Los MOOC en la educación del futuro: la digitalización de la formación*. Ariel y Fundación Telefónica. <https://acervodigitaleducativo.mx/handle/acervodigitaledu/46159>
- García Aretio, L. [Lorenzo] (2017). Los MOOC están muy vivos. Respuestas a algunas preguntas. *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20 (1), 9-27 <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.1.17488>
- Gil Pérez, D. [Daniel], & Vilches Peña, A. [Amparo] (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de educación*, 6 (42), 31 – 54 <http://hdl.handle.net/10550/45418>
- Gómez Díaz, M.J. [M^a José], López Sancho, J.M. [J.M.] José María, Cejudo Rodríguez, S. [Salome], Ruiz del Árbol Moro, M. [María]; Moreno Gómez, E. [Esteban] Refolio Refolio, M.C. [M^a Carmen]; López-Sancho, P. [Pilar]; Cuesta Mayor, I. [Irene], Martínez-Ripoll, M. [Martín], Lera González, J.J. [Juan José], Antuña Rodríguez, J. [Jorge], Adamska, J. [Justyna], Karpińska, K. [Krystyna], Cyganek, M. [Mariola]; Szczepańczyk, G. [Grażyna], Szczepańczyk, J. [Jan], Grigaliūnaitė, R. [Ruta], Quisillo, R. [Rita], Jasinskiene, R. [Regina], Gustienė, I. [Ina], Juodienė, G. [Gitana], Milašienė, A. [Agnė], López Gimeno, V. [Victoria], Kliss, S. [Siiri], Kajak, E. [Eneli], Kukk, K. [Kristel], Bondar, J. [Julia], Ojaste, A. [Annela], Tomasik, E. [Ewa], Zawada, B. [Beata], Widajewicz, A. [Anna] y Krakowska, B. [Barbara]. (2018). *Alfabetización científica en la escuela: propuesta de una nueva metodología*. CSIC. <https://digital.csic.es/handle/10261/171151>

- Guàrdia, L. [Lourdes] y Maina, M. [Marcelo] (2012). *Módulo de conceptualización del diseño tecnopedagógico* [recurso de aprendizaje]. Recuperado del Campus de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), aula virtual.
- Kizilcec, R. F. [René F.] y Saltarelli, A. J. [Andrew J.] (2019). Can a diversity statement increase diversity in MOOCs? *Proceedings of the Sixth ACM Conference on Learning*, (2), 1-8. <https://doi.org/10.1145/3330430.3333633>
- López-Borrull, A. [Alexandre] (2020). Fake news e infodemia científica durante la Covid-19, ¿dos caras de la misma crisis informativa? *Anuario ThinkEPI*, 14. <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2020.e14e07>
- Manotas Salcedo, E. [Edna] (2018). Los cursos masivos en línea, MOOC: ¿ cursos para la inmensa minoría?: una revisión de posturas sobre el impacto de la educación virtual para el acceso a la educación en América Latina. *Investigación y Desarrollo*, 26(2), 109-124. <https://doi.org/10.14482/indes.26.2.371.35>
- Méndez García, C. [Carmen] (2015). Diseño e implementación de cursos abiertos masivos en línea (MOOC): expectativas y consideraciones prácticas. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (39). <https://revistas.um.es/red/article/view/234251>
- Montes-Rodríguez, R. [Ramón], Herrada-Valverde, R. I. [Rosario Isabel] y Martínez-Rodríguez, J. B. [Juan Bautista] (2019). Mujeres en un MOOC. Brecha, Vulnerabilidad y Marcas de Género. Reflexiones desde un estudio de caso cualitativo. *Revista Mediterránea de Comunicación / Mediterranean Journal of Communication*, 10(1), 27-39. <https://www.doi.org/10.14198/MEDCOM2019.10.1.11>
- Moura, V. [Valeria F.], Souza, C. [Cesar], Oliveira Neto, J. [José] y Viana, A [Adriana] (2017). MOOCs' potential for democratizing education: An analysis from the perspective of access to technology. *Information Systems*, 299, 139-153. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65930-5_12

- Olmedo, J. C. [Juan Carlos] (2011). Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8(2), 137-148. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2703>
- Osuna-Acedo, S. [Sara], Marta-Lazo, C. [Carmen] y Frau-Meigs, D. [Divina] (2018) From sMOOC to tMOOC, learning towards professional transference. ECO European Project. [De sMOOC a tMOOC, el aprendizaje hacia la transferencia profesional: El proyecto europeo ECO]. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, 55 (2), 105-114. <https://doi.org/10.3916/C55-2018-10>
- Pereira, D. da F. [Daniel da Fonseca] y Souza, M.A.V.F. [Maria Alice Veiga Ferreira] (2020). Cursos Online Abertos e Massivos (MOOC) e o Ensino de Ciências: uma Revisão Bibliográfica. *EaD Em Foco*, 10(2). <https://doi.org/10.18264/eadf.v10i2.1101>
- Red de Bibliotecas Universitarias Españolas. (2019). *Recursos educativos abiertos: estado de la cuestión y pautas para su impulso en las universidades españolas*. CRUE. <http://hdl.handle.net/20.500.11967/243>
- Rosales Sánchez, E. M. [Eva María], Rodríguez Ortega, P. G., [Pilar Gema] y Romero Ariza, M. [Marta] (2020). Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2) 2302. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2302
- Ruiz-Palmero, J. [Julio], López-Álvarez, D. [Daniel] y Sánchez-Rivas, E. [Enrique] (2021). Revisión de la producción científica sobre MOOC entre 2016 y 2019 a través de SCOPUS. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 60, 95-107. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.77716>
- Sánchez-Mora, M.C. [María del Carmen], Patricia Aguilera-Jiménez, P. [Patricia], Hernández-Arellano, M.Y. [María Yazmín] y Patiño-Barba, M.L. [Ma de Lourdes] (2020). Aplicación de los conocimientos científicos y la prevención de COVID-19 en México en tiempos de la posverdad. *Revista Prisma social*, 31, 82-109.

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/aplicación-de-los-conocimientos-científicos-y-la/docview/2465812904/se-2?accountid=201395>

Shah, D. [Dhawal]. (2021, 1 de diciembre). By The Numbers: MOOCs in 2021. *Class Central*. <https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2021/>

Stracke, C. M. [Christian], Downes, S. [Stephen], Conole, G. [Grainne], Burgos, D. [Daniel], & Nascimbeni, F. [Fabio] (2019). Are MOOCs Open Educational Resources? A Literature Review on History, Definitions and Typologies of OER and MOOCs. *Open Praxis*, 11(4), 331-341. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1251318>

Vadillo, G. [Guadalupe] y Bucio, J. [Jackeline] (2018). Un MOOC, muchos MOOC: diseño multinivel en cursos masivos del área de la salud. *Investigación en educación médica*, 7(26), 92-98. <http://riem.facmed.unam.mx:90/ojs/index.php/riem/article/view/177>

Vásquez Cano, E. [Esteban] y López Meneses, E. [Eloy] (2014). Los MOOC y la educación superior: la expansión del conocimiento. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 18(1), 3-12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56730662001>

Vázquez Cano, E. [Esteban], López Meneses, E. [Eloy], Fernández Márquez, E. [Esther] y Ballesteros Regaña, C. [Cristóbal] (2018). Los nuevos entornos virtuales de aprendizaje permanente (MOOC) y sus posibilidades educativas en ámbitos sociales y educativos. *Pixel-Bit : revista de Medios y Educación*, 53, 179-192. <https://idus.us.es/handle/11441/85413>

Zapata-Ros, M. [Andrés] (2015). El diseño instruccional de los MOOC y el de los nuevos cursos abiertos personalizados. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (45). <https://revistas.um.es/red/article/view/238661>