

Tecnología, Ciencia y Educación

Revista cuatrimestral núm. 16 | Mayo-Agosto 2020

ISSN: 2444-250X

Proyecto de gamificación basado en el escape room aplicado a un aula bilingüe de educación primaria con enfoque AICLE

Susana Sempere Pla

Los MOOC: ¿sustituto o complemento de la formación tradicional?

Juan Carlos Aguado Franco

Realidad virtual: impacto en el aprendizaje percibido de estudiantes de Ciencias de la Salud

Sebastián Javier Calderón, Marisa Cecilia Tumino y Juan Manuel Bournissen

Desarrollo y estructura factorial de un instrumento de actitud hacia el uso de la tecnología para la enseñanza y la investigación en docentes universitarios

Sonia Janeth Romero Martínez, Francisco David Guillén Gámez, Xavier Giovanni Ordóñez Camacho y María Josefa Mayorga Fernández

Tu currículum no dice que

TE SACASTE EL GRADO MIENTRAS CUIDABAS A TU HIJO.

En la UDIMA reconocemos tu esfuerzo. Por eso te ofrecemos una metodología online que encaja con tu ritmo de vida, sea cual sea.

ERES MÁS DE LO QUE SE VE
udima.es

Nuestro equipo de profesionales hace de la UDIMA un lugar donde cumplir tus sueños y objetivos: profesores, tutores personales, asesores y personal de administración y servicios trabajan para que de lo único que tengas que preocuparte sea de estudiar.

GRADOS OFICIALES

Escuela de Ciencias Técnicas e Ingeniería

Ingeniería de Organización Industrial • Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación • Ingeniería Informática

Facultad de Ciencias de la Salud y la Educación

Magisterio de Educación Infantil • Magisterio de Educación Primaria • Psicología (rama Ciencias de la Salud)

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Administración y Dirección de Empresas • Economía • Empresas y Actividades Turísticas • Marketing

Facultad de Ciencias Jurídicas

Ciencias del Trabajo, Relaciones Laborales y Recursos Humanos • Criminología • Derecho

Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades

Historia • Periodismo • Publicidad y Relaciones Públicas

TÍTULOS PROPIOS Y DOCTORADO

(Consultar en www.udima.es)

MÁSTERES OFICIALES

Escuela de Ciencias Técnicas e Ingeniería

Energías Renovables y Eficiencia Energética

Facultad de Ciencias de la Salud y la Educación

Dirección y Gestión de Centros Educativos • Enseñanza del Español como Lengua Extranjera • Formación del Profesorado de Educación Secundaria • Gestión Sanitaria • Psicología General Sanitaria • Psicopedagogía • Tecnología Educativa

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Auditoría de Cuentas • Banca y Asesoría Financiera • Dirección Comercial y Marketing • Dirección de Empresas (MBA) • Dirección de Empresas Hoteleras • Dirección de Negocios Internacionales • Dirección Económico-Financiera • Dirección y Gestión Contable • Marketing Digital y Redes Sociales

Facultad de Ciencias Jurídicas

Análisis e Investigación Criminal • Asesoría de Empresas • Asesoría Fiscal • Asesoría Jurídico-Laboral • Dirección y Gestión de Recursos Humanos • Gestión Integrada de Prevención, Calidad y Medio Ambiente • Práctica de la Abogacía • Prevención de Riesgos Laborales

Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades

Interuniversitario en Unión Europea y China • Mercado del Arte • Seguridad, Defensa y Geoestrategia • Sociedad y Relaciones de Poder en el Mundo Premoderno

DESCUENTO ESPECIAL EN GRADOS. MATRÍCULA ABIERTA

Revista Tecnología, Ciencia y Educación

Núm. 16 | Mayo-Agosto 2020

Directora editorial

M.^a Aránzazu de las Heras García. Doctora en Derecho y Vicerrectora de Relaciones Institucionales de la UDIMA

Directores

David Lizcano Casas. Vicerrector de Investigación y Doctorado de la UDIMA

María Luna Chao. Directora del Departamento de Psicología y Salud de la UDIMA

Coordinación

Ana Landeta Etxeberria. Directora del Instituto de I+D+i de la UDIMA

Consejo asesor

Antonio Bautista García-Vera. Catedrático de Didáctica y Organización Escolar de la UCM

Julio Cabero Almenara. Catedrático de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Sevilla

Elena Faba de la Encarnación. Presidenta del Círculo de Mujeres de Negocios y Experta en Innovación, Liderazgo en la Comunicación y Transformación Digital

Charo Fernández Aguirre. Secretaria de Aulablog

Melchor Gómez García. Profesor de Tecnología Educativa y Director del Máster en Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación y Formación de la UAM

José Eugenio Martínez Falero. Catedrático en el Departamento de Economía y Gestión Forestal de la UPM

Gorka J. Palacio Arko. Catedrático de Tecnología Audiovisual de la Universidad del País Vasco

Juan Pazos Sierra. Catedrático de Ingeniería del Conocimiento y Profesor de la UDIMA

Laura Rayón Rumayor. Profesora Titular de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alcalá

Robert W. Robertson. Presidente de Bahamas Technical & Vocational Institute (Nasáu [Bahamas]) y Profesor Invitado de Management en la Universidad de Liubliana (Eslovenia)

Javier Soriano Camino. Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos de la UPM

Comité científico

Kumiko Aoki. Profesora de Informática en Open University of Japan (Japón)

Jesús Alberto Arenas Esteban. Profesor de la UDIMA

María Elena Asenjo Hernanz. Profesora de la UDIMA

Wolfram Behm. Profesor del SRH FernHochschule Riedlingen (Alemania)

Vanessa Fernández Chamorro. Profesora de la UDIMA

David Guralnick. Profesor Adjunto de la Universidad de Columbia de Nueva York, Profesor Doctor de Ciencias Informáticas y Presidente de la consultoría Kaleidoscope Learning's (EE. UU.)

Juan Alfonso Lara Torralbo. Profesor de la UDIMA

María Aurora Martínez Rey. Profesora de la UDIMA

Ana Isabel Otto Cantón. Profesora de la UDIMA

Francisco David de la Peña Esteban. Profesor de la UDIMA

Julián Roa González. Profesor de la UDIMA

Edición

Centro de Estudios Financieros

P.º Gral. Martínez Campos, 5, 28010 Madrid • Tel. 914 444 920 • editorial@cef.es

Revista Tecnología, Ciencia y Educación

Redacción, administración y suscripciones

P.º Gral. Martínez Campos, 5, 28010 MADRID (ESPAÑA)

Tel. 914 444 920

Correo electrónico: info@cef.es

Suscripción anual (2020) (3 números) 50 €

Solicitud de números sueltos (cada volumen)

Suscriptores 20 €

No suscriptores 25 €

En la página www.tecnologia-ciencia-educacion.com encontrará publicados todos los artículos de la revista *Tecnología, Ciencia y Educación* correspondientes a su periodo de suscripción.

Edita

Centro de Estudios Financieros, SL

Correo electrónico: revistatce@udima.es

Edición digital: www.tecnologia-ciencia-educacion.com

Depósito legal: M-15409-2015

ISSN: 2444-250X (edición impresa)

ISSN-e: 2444-2887 (edición digital)

Imprime

Artes Gráficas Coyve, SA

c/ Destreza, 7

Polígono industrial Los Olivos

28906 Getafe (Madrid)

Indexada en



© 2020 CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Revista Tecnología, Ciencia y Educación

ISSN: 2444-250X

ISSN-e: 2444-2887

Sumario

Estudios de investigación

- Proyecto de gamificación basado en el *escape room* aplicado a un aula bilingüe de educación primaria con enfoque AICLE** 5-40
Gamification project based on the escape room applied to a bilingual classroom of primary education with the CLIL approach
- Accésit del Premio Estudios Financieros 2019**
Susana Sempere Pla
- Los MOOC: ¿sustituto o complemento de la formación tradicional?** 41-62
MOOCs: substitute or complement of traditional training?
Juan Carlos Aguado Franco
- Realidad virtual: impacto en el aprendizaje percibido de estudiantes de Ciencias de la Salud** 65-82
Virtual reality: impact on the perceived learning of students of Health Sciences
Sebastián Javier Calderón, Marisa Cecilia Tumino y Juan Manuel Bournissen
- Desarrollo y estructura factorial de un instrumento de actitud hacia el uso de la tecnología para la enseñanza y la investigación en docentes universitarios** 85-111
Development and factorial structure of an attitude instrument towards the use of technology for teaching and research in university teachers
Sonia Janeth Romero Martínez, Francisco David Guillén Gámez, Xavier Giovanni Ordóñez Camacho y María Josefa Mayorga Fernández
- Una propuesta para mejorar la experiencia de los adultos mayores con las redes sociales** 113-142
A proposal for improving the experience of older adults with social networks
Claudia Cardozo, Adriana Martín, Viviana Saldaño y Gabriela Gaetán
- Sistema SCADA adaptado para el control de la alimentación en animales de laboratorio** 143-165
SCADA system adapted for feeding control in laboratory animals
Julia María Samos Juárez, Jorge Juan Rosillo Olmos y Antonio Ruiz Canales

Proyectos y aportaciones académicas

- Post-humanist principles to research the networked learning 169-186
Principios poshumanistas para investigar el aprendizaje en red
Alexandro Escudero-Nahón

Reseña bibliográfica

- ¿Cómo abordar la educación del futuro?: conceptualización, desarrollo y 187-189
evaluación desde la competencia digital docente
Mercè Gisbert Cervera, Vanessa Esteve-González y José Luis Lázaro Cantabrana (Eds.)

Legislación educativa

- Principales reseñas de legislación educativa publicadas en el BOE entre enero 191-192
y abril de 2020



Este máster oficial [60 créditos ECTS] tiene una duración normal de 12 meses.

Los miembros de equipos directivos y los gestores de instituciones educativas encuentran en la actualidad una necesidad apremiante de formación que les habilite para dar una adecuada respuesta a las complejas situaciones que acontecen diariamente en sus lugares de trabajo. Las demandas que la sociedad actual realiza a las instituciones educativas exigen una constante renovación tanto de los centros educativos como de la formación de los profesionales que trabajan en ellos.

Dirigido a: Titulados universitarios que quieran especializarse en el ámbito de la dirección y gestión de centros educativos. Este programa formativo no exige una experiencia previa en la materia, sino que pretende proporcionar a los participantes una formación completa para la dirección y gestión de los centros de forma progresiva y eficaz.

Objetivos: Capacitar a profesionales de primer nivel para el ejercicio eficaz de la función directiva y de gestión de centros educativos. Para ello, el máster pretende dotar al alumno de las competencias y herramientas necesarias para el trabajo en un equipo multidisciplinar de profesionales, así como para promover la calidad y la innovación dentro del sistema educativo.

Inicio en **octubre** y **febrero** de cada año

www.udima.es | 918 561 699

Las opiniones vertidas por los autores son responsabilidad única y exclusiva de los mismos. CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS, sin necesariamente identificarse con las mismas, no altera dichas opiniones y responde únicamente a la garantía de calidad exigible en artículos científicos.





Proyecto de gamificación basado en el *escape room* aplicado a un aula bilingüe de educación primaria con enfoque AICLE

Susana Sempere Pla

Maestra e investigadora de educación bilingüe
susanasemperepla@gmail.com

Este trabajo ha obtenido un **Accésit del Premio Estudios Financieros 2019** en la modalidad de **Educación y Nuevas Tecnologías**.

El jurado ha estado compuesto por: doña Elena Faba de la Encarnación, doña Charo Fernández Aguirre, don Melchor Gómez García, doña Laura Rayón Rumayor y don Javier Soriano Camino.

Los trabajos se presentan con seudónimo y la selección se efectúa garantizando el anonimato de los autores.

Extracto

En las aulas bilingües que llevan a cabo el aprendizaje integrado de contenidos y lenguas extranjeras (AICLE), es necesario contar con entornos gamificados, ya que el alumnado tendrá que estar altamente motivado para aprender contenidos vehiculados en lengua extranjera (inglés). Por tanto, a lo largo de este trabajo se elaborará un proyecto de gamificación basado en el *escape room* para un aula AICLE. El *escape room* contribuirá positivamente al AICLE, pues ofrecerá una metodología constructivista y lúdica, y permitirá atender al marco de las «4 C» de forma efectiva. La razón de esto es que esta técnica de gamificación y del AICLE son compatibles, pues presentan muchas similitudes. El término más adecuado para referirse a *escape room* en educación es «*breakout box*», que se basa en la resolución de distintos enigmas en un tiempo límite para obtener los códigos que abrirán los diversos candados de una caja de escape. Por consiguiente, el proyecto diseñado, dirigido a 4.º de educación primaria y con carácter anual, consistirá en la puesta en práctica de un *breakout box* al final de cada uno de los temas de Ciencias de la Naturaleza, lo que servirá para afianzar conocimientos, promover capacidades y evaluar en una atmósfera motivadora. Para garantizar la comprensión de la planificación de un *escape room* en el aula AICLE, se desarrollará un *breakout box* del curso escolar.

Palabras clave: aprendizaje integrado de contenidos y lenguas extranjeras (AICLE); *escape room*; gamificación; educación bilingüe; *breakout box*.

Fecha de entrada: 03-05-2019 / Fecha de aceptación: 15-07-2019 / Fecha de revisión: 03-03-2020

Cómo citar: Sempere Pla, S. (2020). Proyecto de gamificación basado en el *escape room* aplicado a un aula bilingüe de educación primaria con enfoque AICLE. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 5-40.



Gamification project based on the escape room applied to a bilingual classroom of primary education with the CLIL approach

Susana Sempere Pla

Abstract

In the bilingual classrooms where content and language integrated learning (CLIL) is carried out, it is necessary to count on gamified environments since students will have to be highly motivated to learn content in a foreign language (english). Therefore, throughout this work a gamification project based on the escape room for a CLIL classroom will be developed. The escape room will contribute positively to CLIL, because it will offer a constructivist and playful methodology and it will make possible to deal with the «4 Cs» framework for CLIL effectively. The reason for this is that this technique of gamification and CLIL are compatible, as they have many similarities. The most appropriate term to refer to escape room in education is «breakout box», which is based on the resolution of different puzzles in a time limit to obtain the codes that will open the several locks of a breakout box. Thus, the designed project, aimed at 4th year of primary education and annual, will consist in the implementation of a breakout box at the end of each one of the units of Natural Sciences, which will be useful for increasing knowledge, promoting capabilities, and assessing in a motivating atmosphere. To ensure the understanding of the planning of an escape room in the CLIL classroom, one breakout box of the school year will be developed.

Keywords: content and language integrated learning (CLIL); escape room; gamification; bilingual education; breakout box.

Citation: Sempere Pla, S. (2020). Gamification project based on the escape room applied to a bilingual classroom of primary education with the CLIL approach. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 5-40.



Sumario

1. Justificación
 2. Fundamentación teórica
 - 2.1. Aprendizaje integrado de contenidos y lenguas extranjeras
 - 2.2. La importancia de la motivación a través del juego en el AICLE
 - 2.3. La gamificación
 - 2.4. El *escape room*
 - 2.4.1. Aproximación al concepto y características generales
 - 2.4.2. Diseño de un *breakout box*
 - 2.4.3. Beneficios aportados por el *escape room* en el ámbito de la educación
 - 2.4.4. La estrecha relación entre el *escape room* y el enfoque AICLE
 3. Objetivos del trabajo
 4. Diseño del proyecto de innovación
 - 4.1. Descripción general
 - 4.2. Objetivos específicos del proyecto de innovación
 - 4.3. Fases del proyecto
 - 4.3.1. Análisis de necesidades
 - 4.3.2. Diseño
 - 4.3.3. Aplicación
 - 4.3.4. Evaluación
 - 4.4. Contenidos
 - 4.5. Metodología
 - 4.6. Recursos materiales y humanos
 - 4.7. Desarrollo de uno de los *breakout boxes*
 5. Plan de evaluación del proyecto de innovación
 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

1. Justificación

La innovación que se pretende realizar con este trabajo consiste en un proyecto de gamificación basado en el *escape room* aplicado al aula AICLE de educación primaria. Este proyecto, que se programará para un año escolar, surge de la necesidad de contar con entornos gamificados en las aulas bilingües que llevan a cabo el enfoque educativo AICLE, pues será fundamental que el alumnado esté altamente motivado cuando aprenda contenidos vehiculados en inglés, la lengua extranjera.

La innovación que se pretende realizar con este trabajo consiste en un proyecto de gamificación basado en el *escape room* aplicado al aula AICLE de educación primaria. Este proyecto surge de la necesidad de contar con entornos gamificados en las aulas bilingües

En concreto, la técnica que se empleará para gamificar el aula será el *escape room*, una herramienta muy novedosa en la educación de hoy en día que permite dar respuesta a los requerimientos de la sociedad del siglo XXI, según los cuales una persona debe saber investigar, resolver problemas, trabajar en equipo y cooperar, ser crítica y creativa, ser comunicativamente competente, tener iniciativa, etc. Todas estas habilidades hacen referencia a las competencias clave que los alumnos deben adquirir durante la educación primaria según establece la Ley orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). Del mismo modo, el *escape room* es un recurso que contribuirá positivamente al AICLE, pues el aprendizaje de contenidos a través de una segunda lengua precisa de una metodología constructivista y lúdica, con la que el discente esté muy motivado y sea el sujeto activo de sus aprendizajes. Más aún, la puesta en práctica del *escape room* a modo de *breakout box* posibilitará incluir el enfoque AICLE de forma efectiva, atendiendo a las «4 C» (contenido, comunicación, cultura y cognición). Y es que el *escape room* diseñado permitirá al alumnado aprender contenido y cultura relacionados con un tema, empleando habilidades de pensamiento de orden superior y la comunicación para el buen funcionamiento del equipo. De igual manera, el *escape room* será clave para proporcionar andamiaje con la decoración y las pistas, entre otros. Se debe indicar que nuestra experiencia docente previa nos ha hecho darnos cuenta de la necesidad de que hay que emplear un enfoque AICLE teniendo presente que se está impartiendo contenido en segunda lengua y no en primera lengua, dado que la enseñanza en segunda lengua implica una metodología específica y no la simple traducción al inglés de los contenidos que se van a tratar.

Por otro lado, conviene subrayar que este proyecto de innovación contribuirá al estado de conocimiento actual, ya que vincula la educación bilingüe (a través del enfoque AICLE)

con el *escape room*, algo sobre lo que apenas existe investigación, pues, de hecho, esta técnica de gamificación es muy novedosa en la educación en general. Por tanto, este trabajo permitirá a los docentes del AICLE formarse sobre una nueva herramienta interesante y efectiva y, además, saber cómo programarla y llevarla a cabo.

Por lo que se refiere al *breakout box* específico que se desarrollará como ejemplo, se comentará que su planificación partirá del marco legislativo nacional (Ley orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, y Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la educación primaria). En consecuencia, el trabajo será de utilidad para docentes de toda España, quienes deberán aprender a concretar sus propuestas de acuerdo a los currículos de educación primaria establecidos por los decretos de sus comunidades autónomas. Asimismo, el proyecto estará dirigido al alumnado de 4.º de educación primaria, lo que facilitará su adaptación a los demás niveles, ya que se trata de uno de los dos cursos intermedios de esta etapa.

El proyecto estará dirigido al alumnado de 4.º de educación primaria, lo que facilitará su adaptación a los demás niveles

En síntesis, este proyecto de innovación centrado en la gamificación posibilitará la práctica efectiva de la educación bilingüe, proporcionará información novedosa para la investigación educativa, al relacionar el *escape room* con el enfoque AICLE, y concienciará a los docentes del aula bilingüe sobre cómo programar e implementar un *breakout box* específico.

2. Fundamentación teórica

2.1. Aprendizaje integrado de contenidos y lenguas extranjeras

En primer lugar, se abordará el concepto de «AICLE» (CLIL, en inglés), que hace referencia al aprendizaje integrado de contenidos y lenguas extranjeras. Fue Marsh quien acuñó el término «CLIL» en Europa en el año 1994 (Marsh, 1994). Se trata de un concepto genérico que comprende varias metodologías (Coyle, 2007) y que puede ser definido como un enfoque educativo en el que el contenido de una materia se aprende a través de una lengua extranjera o segunda lengua (Marsh, 2000). Esto supone la adquisición integrada de contenido y lenguaje, lo que constituye el doble foco del AICLE (Mehisto, Marsh y Frigols, 2008). Por tanto, no se requerirá tiempo extra del currículo para el incremento de la competencia en lengua adicional (Lasagabaster y Sierra, 2010).

El concepto de «AICLE» puede ser definido como un enfoque educativo en el que el contenido de una materia se aprende a través de una lengua extranjera o segunda lengua

La introducción del AICLE implicó un gran avance para la enseñanza de lenguas extranjeras, ya que supuso la fusión de contenido y lenguas. Esta integración es característica de la sociedad globalizada del siglo XXI (Mehisto *et al.*, 2008), la cual demanda mejores resultados educativos en competencia comunicativa

y lingüística (Coyle, Hood y Marsh, 2010). Además, según Marsh (2000), el éxito de este enfoque educativo se debe a la naturalidad del ambiente en el que el aprendiz queda inmerso, lo que le posibilita aprender la lengua extranjera de forma inconsciente.

Como apunta Coyle (2005), el AICLE integra el marco de las «4 C», cuyos componentes son contenido, comunicación, cognición y cultura (citado en Pitarch, 2017). El primer componente hace alusión al tema que se trabajará en el área no lingüística y, en particular, a la adquisición de conocimientos y habilidades relativos a dicha materia. En relación al componente «comunicación», se centra en el aprendizaje del lenguaje en situaciones comunicativas, de modo que el alumnado hará uso del lenguaje en situaciones reales para tratar los contenidos. Existen tres facetas del lenguaje a las que el AICLE deberá atender: el lenguaje de aprendizaje, que consiste en el lenguaje relacionado con el tópico que se va a tratar; el lenguaje para el aprendizaje, que se basa en el lenguaje que los estudiantes precisan para manejarse en un contexto educativo vehiculado en lengua extranjera; y el lenguaje a través del aprendizaje, que se refiere al lenguaje espontáneo que no puede ser predicho. Por otro lado, el componente «cognición» se refiere a los procesos de pensamiento y aprendizaje

El AICLE es un enfoque educativo acorde a las demandas del mundo globalizado, pues promueve la competencia lingüística, el pensamiento crítico, la comprensión intercultural, y garantiza el aprendizaje de contenido

que los alumnos ponen en marcha. Como subrayan Coyle *et al.* (2010), el docente del aula AICLE tendrá que asegurarse de que los alumnos desarrollan habilidades de pensamiento de orden superior en términos de la taxonomía de Bloom, revisada por Anderson y Krathwohl (Anderson *et al.*, 2014). Finalmente, el componente «cultura» alude a la conciencia intercultural y a la ciudadanía. Por consiguiente, el AICLE es un enfoque educativo acorde a las demandas del mundo globalizado, pues promueve la competencia lingüística, el pensamiento crítico, la comprensión intercultural, y garantiza el aprendizaje de contenido.

En cuanto a los elementos que el enfoque AICLE precisa para su implementación efectiva, se recalcan los siguientes: foco múltiple, que implica un tratamiento multidisciplinario de las áreas; autenticidad, lograda al conectar los aprendizajes del alumnado con su vida cotidiana; atmósfera segura y estimulante; aprendizaje activo, en el que los estudiantes sean los protagonistas de sus aprendizajes (tomando decisiones, investigando, evaluando, usando el lenguaje más que el docente, que actuará como guía, etc.); cooperación, con las familias, otros docentes, las asociaciones del entorno y, sobre todo, entre los alumnos;

y andamiaje, que conlleva presentar el contenido de forma fácil y comprensible, y tener en cuenta los intereses, los conocimientos previos y las actitudes de los niños (Mehisto *et al.*, 2008). Como se puede deducir, estas características son propias de la teoría constructivista.

El enfoque educativo AICLE, que hace uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se caracteriza por ser práctico, desafiante y divertido, y, por consiguiente, motivador. Más aún, es flexible por adaptarse a los distintos estilos de aprendizaje (Mehisto *et al.*, 2008), permite promover la competencia lingüística y logra una mayor interiorización de los contenidos de una materia debido al alto razonamiento que se pone en juego para comprenderlos (Coyle *et al.*, 2010). Igualmente, y tras examinar la información ya mencionada respectiva al AICLE, se deducen otras ventajas que se lograrán con este enfoque: el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas, el incremento de la confianza por parte del discente y el aprendizaje significativo. En definitiva, tal y como Mehisto *et al.* (2008) exponen, el AICLE favorece el desarrollo integral del alumnado.

El enfoque educativo AICLE se caracteriza por ser práctico, desafiante y divertido, y, por consiguiente, motivador

Para este trabajo, la lengua extranjera escogida en el AICLE es el inglés, puesto que es la lengua internacional empleada en ciencias, comunicación, medicina, tecnologías, etc., y una de las lenguas más demandadas globalmente para ser aprendidas (Coyle *et al.*, 2010). Además, el inglés es la primera lengua extranjera que debe aprender el alumnado de educación primaria en España según la legislación vigente, como el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero.

2.2. La importancia de la motivación a través del juego en el AICLE

En primer lugar, se define la «motivación» como el estado interno que incita a las personas a la acción y hace que persistan en ciertas actividades (Ormrod, 2005). Cook (2016) señala que «la alta motivación es un factor que provoca aprendizaje exitoso; al revés, el aprendizaje exitoso causa alta motivación» (p. 156).

Es necesario indicar que será esencial que los destinatarios del AICLE estén altamente motivados, sobre todo para enfrentarse a una materia vehiculada en una lengua extranjera. Y es que, aunque un enfoque AICLE bien implementado implique por sí mismo un incremento de la motivación (Coyle, 2006), es fundamental que esta se mantenga a través de estrategias educativas adecuadas, entre las que Dörnyei (2001) destaca el aprendizaje placentero.

Será esencial que los destinatarios del AICLE estén muy motivados, sobre todo para enfrentarse a una materia vehiculada en una lengua extranjera

Por tanto, el juego será el recurso clave que se va a emplear en el aula bilingüe, ya que presenta un componente lúdico que divierte a los alumnos y, en consecuencia, conlleva un aumento de su motivación (Leontaridi, Ruiz y Peramos, 2008). Noemi (2008) también está de acuerdo en que el método más productivo para motivar hacia el aprendizaje de lenguas extranjeras es el juego.

Para comprender mejor el concepto de «juego», este se definirá como «una actividad que es entretenida y cautivadora, a menudo desafiante, y una actividad en la que los aprendices juegan y suelen interactuar con los demás» (Wright, Betteridge y Buckby, 2006, p. 1). Como se deduce con la definición, el juego concede al niño un rol activo en su aprendizaje, reduciendo el protagonismo del docente, quien actuará de guía. Esto también está en coherencia con el enfoque AICLE. Asimismo, la definición alude a los desafíos que implica un juego, lo que también comportará el incremento de la motivación, ya que el alumnado se sentirá inspirado por el hecho de tener que superar retos.

2.3. La gamificación

En relación con el juego, surge el concepto de «gamificación», que consiste en aplicar elementos propios de los juegos en contextos no lúdicos por sí mismos, como la educación. Su finalidad es la modificación de conductas, actuando sobre la motivación intrínseca de los alumnos para lograr objetivos específicos. El comportamiento que se pretende desarrollar en la educación es aprender (Teixes, 2015).

De acuerdo con Acedo (2019), existen diversos rasgos característicos de la gamificación: los retos; el *feedback* inmediato; las recompensas a nivel individual y grupal; la colaboración de los estudiantes en el diseño y su capacidad de decisión; la visibilidad del progreso del alumnado; las múltiples oportunidades de tener éxito y aprender de los errores; un ambiente de aprendizaje activo y significativo, donde se apliquen de forma práctica habilidades; y el uso de las TIC.

La gamificación consiste en aplicar elementos propios de los juegos en contextos no lúdicos por sí mismos, como la educación. Su finalidad es la modificación de conductas, actuando sobre la motivación intrínseca de los alumnos para lograr objetivos específicos

Según Teixes (2015), los elementos propios de un sistema gamificado son:

- **Mecánicas.** Plasman el progreso de los alumnos. Incluyen misiones, niveles, puntos, clasificaciones, etc.
- **Dinámicas.** Patrones y pautas que definen el funcionamiento del juego y permiten la adaptación de las mecánicas a las características propias de los jugadores. Algunos ejemplos son logros, recompensas, competición, diversión y *feedback*.

- **Estética.** Se refiere a las respuestas emocionales que se desencadenan en los jugadores cuando participan en este sistema, sobre todo debido a las sensaciones vivenciadas.

La gamificación contribuye a mejorar el clima del aula, ya que, al motivar, crea una conexión entre el alumnado y el docente que configura una relación de calidad (Rodríguez y Santiago, 2015). Esta atmósfera relajada y sin tensiones favorecerá el aprendizaje en segunda lengua, ya que reducirá el filtro afectivo del alumnado (Krashen, 1982). Es más, la gamificación proporcionará a los estudiantes oportunidades para poner en práctica habilidades de pensamiento de orden superior que se centrarán, sobre todo, en potenciar la capacidad de resolución de problemas (Kapp, 2012), por lo que se atiende al componente «cognición», propio del enfoque AICLE. De hecho, Pitarch (2017) concluye que la gamificación de este enfoque supondrá un gran logro educativo por el hecho de que su consiguiente incremento de motivación ayudará a fortalecer los beneficios del AICLE. Aquí, es crucial recalcar la expresión de Rodríguez y Santiago (2015): «Entender la gamificación es sin duda entender la motivación» (p. 5).

2.4. El *escape room*

2.4.1. Aproximación al concepto y características generales

Una técnica efectiva de gamificación del aula es el popular *escape room* (Pajuelo, 2018). Este concepto de *escape room* se puede definir como una habitación cerrada en la que un grupo de personas cuenta con una cantidad de tiempo específico para resolver enigmas y, así, conseguir escapar de la sala. El funcionamiento de un *escape room* en educación se basará en que los alumnos, en grupos de unas cuatro personas, deberán encontrar y resolver los enigmas escondidos por el docente (moderador del juego) en una o varias aulas del centro durante unos 45-60 minutos de tiempo (Jackson, 2016; Johnson, 2017; Walsh, 2017). Los enigmas estarán relacionados con contenidos y habilidades propios del área del currículo que están cursando y, en caso de que su resolución sea compleja, cada grupo podrá contar con la ayuda de un número limitado de pistas a lo largo del juego (Johnson, 2017).

Un *escape room* se puede definir como una habitación cerrada en la que un grupo de personas cuenta con una cantidad de tiempo específico para resolver enigmas y, así, conseguir escapar de la sala

El *escape room* tiene su origen en los videojuegos *online*, los cuales, más adelante, adoptaron la forma de experiencias en vivo (Pajuelo, 2018). En concreto, fue en Japón, en 2007, cuando esta transformación aconteció, dando lugar a los *real escape games* (Nicholson, 2015). A lo largo del tiempo, han surgido distintos términos que hacen alusión al *escape room*,

aunque este es el más conocido hoy en día. Algunos ejemplos de expresiones relacionadas con *escape room* según Jackson (2016) son «*escape games*», «*exit games*», «*puzzle rooms*», «*adventure rooms*», etc. No obstante, el término que más se acerca a la idea de *escape room* que interesa para el contexto educativo es el de «*breakout box*». Johnson (2017) y Martín, Paralela, Segovia y Tenorio (2018) mencionan esta variante del *escape room* que, a diferencia de este, que consiste en escapar de una habitación cerrada, se basa en la resolución de distintos enigmas, cada uno de los cuales proporcionará un código que abrirá uno de los diversos candados que mantendrán cerrada una caja de escape. En consecuencia, se infiere que el objetivo del alumnado será abrir la caja que simbolizará la finalización de la misión encomendada.

El término que más se acerca a la idea de *escape room* que interesa para el contexto educativo es el de «*breakout box*» (consiste en la resolución de distintos enigmas, cada uno de los cuales proporcionará un código que abrirá uno de los diversos candados que mantendrán cerrada una caja de escape)

En cuanto a los rasgos característicos del *escape room*, mencionaremos los siguientes: se basa en el aprendizaje por descubrimiento (Walsh, 2017), en el aprendizaje por indagación y, en definitiva, en el método constructivista en el que el proceso de enseñanza-aprendizaje se centra en el alumno; es versátil, ya que se adecua a cualquier área curricular y nivel educativo (Johnson, 2017); se adapta a la diversidad de alumnos, pues da respuesta a los distintos ritmos y estilos de aprendizaje, y a las necesidades específicas de apoyo educativo (Johnson, 2017); es muy divertido, sobre todo por el hecho de buscar los enigmas (Jackson, 2016); y sirve tanto para enseñar habilidades y contenidos como para evaluarlos (Johnson, 2017).

2.4.2. Diseño de un *breakout box*

Para diseñar un *escape room* tipo *breakout box*, el maestro de un nivel y área específicos debe seguir una serie de pasos. Siguiendo algunas indicaciones de Johnson (2017) y Walsh (2017), se ha elaborado un proceso de diseño de *escape room* propio, cuyas etapas se desarrollarán en el cuadro 1.

Cuadro 1. Etapas de un proceso de diseño de *escape room*

Etapas I. Elección de los objetivos (y contenidos) de aprendizaje relacionados con su área curricular

Será importante decidir si los contenidos y habilidades relacionados con los objetivos de aprendizaje se van a enseñar o a evaluar. Por tanto, conviene establecer un objetivo general y, seguidamente, los objetivos de aprendizaje específicos.





Etapa II. Selección del tópico y del argumento del *breakout box*, en estrecha relación con los objetivos de aprendizaje

Será fundamental que se escoja un tema conectado con los contenidos que se van a tratar en el *breakout box* de acuerdo a los objetivos de aprendizaje. Igualmente, el hilo argumental que se elaborará deberá estar ligado al tema y, también, los enigmas que se van a resolver, los cuales se diseñarán en una fase posterior. Gracias a esta coherencia, el alumnado estará altamente motivado desde el inicio, ya que se sentirá inmerso en un contexto temático concreto (Jackson, 2016). Además, la configuración de situaciones reales conllevará un aprendizaje significativo.

Etapa III. Planificación del *breakout box* propiamente dicho

A) Formato de la organización de la dinámica

Los enigmas y puzles pueden organizarse de distintas formas. El docente deberá escoger la más adecuada para su grupo-clase y material. Según Nicholson (2015), los formatos son:

- **Abierto.** Los puzles aparecen a la vez y los alumnos pueden resolverlos sin seguir un orden concreto. Cada puzle aportará una pista distinta para abrir la caja de escape o resolver un metapuzle.
- **Secuencial.** Los puzles se resuelven siguiendo un orden específico, pues la resolución de cada puzle ofrecerá una pista que permitirá resolver el próximo puzle. El *breakout box* finalizará cuando se resuelva el último puzle, que permitirá abrir la caja de escape o solucionar un metapuzle.
- **Basado en múltiples senderos.** Se compone de muchos senderos, cada uno de los cuales es secuencial. La resolución de los enigmas de cada secuencia dará una pista que, al juntarla con las pistas obtenidas en las otras secuencias, posibilitará solucionar el metapuzle o abrir la caja de escape. Es el más utilizado porque permite que los alumnos de un grupo se dividan y resuelvan distintos caminos de puzles o que cada grupo dé solución a un camino distinto.
- **Híbrido.** Consiste en la mezcla de los formatos anteriores. Su diseño es más complejo y, también, su comprensión por parte del alumnado. Un modelo muy conocido es el piramidal, cuyo punto de inicio se sitúa en varias estructuras basadas en múltiples senderos.

B) Concreción del número de cajas y del número y tipos de candados que se emplearán

Según la elección del formato de la dinámica, el maestro deberá calcular el número de cajas y candados que incluirá en su *breakout box*. Del mismo modo, tendrá que escoger el tipo de candados que va a usar. Destacamos los siguientes (Johnson, 2017): candados de dígitos, candados de direcciones, candados de letras, candados de llaves y aspas de control.

C) Creación de enigmas

El maestro creará los enigmas suficientes para que los niños alcancen todos los objetivos de aprendizaje. Los enigmas pueden ser ejercicios de distinto tipo: clasificación, identificación, corrección, asociación, conteo, experimentación, selección, reconocimiento de patrones, búsqueda, investigación, resolución de acertijos, solución de patrones numéricos y sopas de letras, etc. Estos darán pistas para resolver otros



Etapa III. Planificación del *breakout box* propiamente dicho



enigmas o códigos para la apertura de candados. Dichos puzzles serán contenidos en distintos formatos: sobres, mapas, tinta invisible, puzzles, códigos QR, lápices de memoria, paredes que solo pueden verse con prismáticos, fotos, imágenes, libros, juegos de cartas, grabaciones, experimentos, etc. Será muy importante que estén escondidos, ya que a los alumnos les motiva el hecho de tener que buscarlos (Jackson, 2016). La resolución exitosa de los enigmas permitirá abrir la caja que les posibilitará completar su misión.

D) Lista de materiales y recursos que se van a emplear

En coherencia con los enigmas creados, el docente deberá listar los materiales y recursos que se van a emplear en su *breakout box*. Seguidamente, se enumerarán algunos materiales y recursos de gran utilidad: cajas fuertes, incluidas las de distracción; candados; rompecabezas; pósteres o cuadros con palabras, imágenes y números escondidos; tinta invisible y linterna de luz negra; mapas; cajas rompecabezas; prismáticos; mensajes encriptados; libros relacionados con puzzles; lápices de memoria; ordenadores; tabletas; actores que forman parte del juego, ofrecen pistas, controlan, etc. (Jackson, 2016); bolígrafos, lápices, papel y gomas; láminas de acetato, cuya combinación con otros materiales puede revelar pistas; notas adhesivas; etc. (Walsh, 2017). Si el colegio no dispone de un alto presupuesto para comprar candados y cajas en tiendas específicas para ello (Amazon, Breakout EDU, etc.), el docente puede conseguirlos a bajo precio en bazares o naves. También, es posible elaborar recursos materiales, como la tinta invisible casera, creada con limón.

E) Enumeración de posibles pistas

El docente debe plantearse el número límite de pistas que proporcionará por equipo a lo largo del *breakout box*. Eso dependerá de aspectos diversos, como el área curricular, el nivel educativo del alumnado, sus características y necesidades, la dificultad de los enigmas y el objetivo final del *breakout box*. El número de pistas máximo se comunicará a los discentes antes del juego y, también, el modo de obtener las pistas. Una forma muy efectiva de hacerlo, según Jackson (2016), es a través del director del juego o de un personaje de la sala, al cual le darán una de sus cartas de pistas para canjearlas por la pista concreta. Es muy frecuente que las opiniones de los miembros de los grupos en cuanto al uso de pistas difieran, pues algunos preferirán no emplearlas y otros querrán hacerlo en momentos distintos. Tal como expone Jackson (2016), «el grupo como un todo debería votar y decidir sobre eso» (p. 8).

En cuanto a las pistas, las cuales nunca deberán desvelar de forma directa las soluciones, servirán para evitar demasiada frustración por parte del alumnado. El docente podrá decidir si quiere dar alguna pista cuando lo considere conveniente también y no solo cuando lo demanden los niños. En ciertas ocasiones, se recomienda adaptar alguna pista a las distintas necesidades de los niños en caso de que lo requieran (Walsh, 2017).

Etapa IV. Programación de la información previa al *breakout box* que se les dará a los alumnos (sobre todo, instrucciones iniciales)

Esta fase determinará la experiencia del alumnado durante el *breakout box*, por lo que el docente deberá asegurarse de que los discentes conocen las reglas del juego, se introducen de forma satisfactoria en la trama del *breakout box* y comprenden su dinámica y objetivo final.

De acuerdo con Jackson (2016), para conseguir una introducción al juego efectiva, el docente deberá planificar las reglas del juego. Las más comunes son desplazarse andando y sin correr, respetar el material en la



Etapa IV. Programación de la información previa al *breakout box* que se les dará a los alumnos (sobre todo, instrucciones iniciales)



medida de lo posible, atender a las señales encontradas, etc. Sería interesante que el maestro se caracterizara de un personaje propio de la temática tratada y que hiciera de director del juego. De este modo, metido en su papel, podrá informar de forma clara sobre las instrucciones, el hilo argumental y el objetivo del *breakout box*. El docente también comunicará el tiempo límite para abrir la caja de escape y el número máximo de pistas que podrán pedir a lo largo del juego, siempre y cuando lo hagan de forma consensuada. Asimismo, deberá ofrecerse para resolver las dudas planteadas por el alumnado. Otra manera de introducir el juego puede ser por medio de un vídeo, un papel o un audio.

Etapa V. Elección de los posibles aspectos que hay que tratar con el alumnado al final del *breakout box*

Se deberá programar un breve interrogatorio y momento informativo que permita al alumnado saber la causa de su fallo en la resolución de algún enigma y la manera de llegar a su solución de forma efectiva, y que, además, posibilite al docente conocer las modificaciones que harían los discentes y los aprendizajes alcanzados con la dinámica (Walsh, 2017).

Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Beneficios aportados por el *escape room* en el ámbito de la educación

En el ámbito de la educación, el uso del *escape room* ofrecerá un aprendizaje lúdico y activo, basado en el constructivismo, y favorecerá el trabajo en equipo, las habilidades sociales, la aplicación de conocimientos y habilidades, la gestión del tiempo, las habilidades de pensamiento de orden superior, la creatividad (Walsh, 2017), la resolución de problemas, la motivación intrínseca, la tolerancia a la frustración (Johnson, 2017), el liderazgo, la comunicación, el pensamiento lateral, el pensamiento crítico (Jackson, 2016), el trabajo bajo presión (Martín *et al.*, 2018), la perseverancia, la concentración, etc. Algunas de estas capacidades incluyen otras, por lo que a continuación las reagruparemos y justificaremos la forma en que se potenciarán con la utilización del *escape room*:

- **Trabajo en equipo.** Los alumnos deberán cooperar para resolver los enigmas y, así, poder abrir la caja de escape.
- **Habilidades sociales.** El alumnado, al trabajar en equipo, deberá escuchar activamente a sus compañeros y tendrá que mostrarse comunicativo, respetuoso, asertivo y empático. De igual modo, deberá pedir ayuda con efectividad cuando la necesite y tendrá que negociar con otros participantes en muchas ocasiones (por ejemplo, para decidir si quieren obtener pistas y cuándo quieren obtenerlas). Una habilidad

social que adquirirán ciertos alumnos es el liderazgo, ya que su iniciativa les llevará a coordinar al equipo. Otra habilidad social que destacamos es la comunicación, pues será esencial que los niños se expresen con efectividad para compartir con el resto sus descubrimientos y sus ideas. Así, al ponerlos en común, la información que tendrán para resolver los enigmas y progresar en el juego será más rica.

- **Aplicación de conocimientos y habilidades.** Para tratar con los misterios, deberán ser capaces de aplicar los contenidos y capacidades ya aprendidos.
- **Gestión del tiempo.** Los discentes tendrán que organizarse de forma adecuada para abrir la caja de escape en el tiempo máximo indicado.
- **Habilidades de pensamiento, incluyendo las de orden superior.** El alumnado deberá emplear el pensamiento crítico y el pensamiento lateral para la resolución de enigmas. En los *breakout boxes*, el pensamiento lateral se refiere a la capacidad que tienen los alumnos para resolver problemas de manera creativa. Por tanto, dado que los niños tendrán que usar su imaginación e ingenio para resolver enigmas, se potenciará la creatividad. Según la taxonomía de Bloom, revisada por Anderson y Krathwohl (Anderson *et al.*, 2014), las categorías «evaluar» (que incluye el uso del pensamiento crítico) y «crear» (que comprende el uso de la creatividad) pertenecen a las habilidades de pensamiento de orden superior. Por otro lado, la resolución de problemas que no se lleva a cabo de forma creativa, sino aplicando procesos ya trabajados, se sitúa en la categoría «aplicar», que se corresponde con las habilidades de pensamiento de orden inferior. La tarea de resolución de problemas en un *breakout box* es muy común, ya que este se compone de múltiples y sucesivos enigmas que los discentes deberán solucionar.
- **Motivación intrínseca.** La acción de los discentes no está condicionada por recompensas externas, sino por el deseo personal (Teixes, 2015). Así, la fuente de motivación está en el individuo, quien considera que la tarea es agradable y es valiosa por ella misma (Ormrod, 2005). La motivación intrínseca conlleva los siguientes beneficios: mayor implicación cognitiva, iniciativa propia, persistencia aun experimentando fracaso, aprendizaje significativo, creatividad, disfrute y alto rendimiento.
- **Tolerancia a la frustración.** Si los alumnos no completan el juego antes del tiempo establecido, no se les dará tiempo extra y, en la medida de lo posible, tampoco se les indicará poco antes del tiempo límite la forma de resolver los enigmas que les queden. Gracias a esto, los discentes aprenderán de sus errores y, de cara a un próximo *escape room*, intentarán organizarse y gestionar el tiempo mejor.
- **Trabajo bajo presión.** Los niños contarán con un tiempo límite para abrir la caja de escape.
- **Perseverancia.** Tendrán que persistir ante los retos y mostrar constancia durante la dinámica de *escape room*.
- **Concentración.** Los niños deberán focalizar su atención durante la resolución de los enigmas.

2.4.4. La estrecha relación entre el *escape room* y el enfoque AICLE

Teniendo en cuenta la información ya mencionada, relativa al *escape room* y al AICLE, se enumerarán, a continuación, las similitudes entre ellos para advertir que son compatibles: se basan en la teoría constructivista, según la cual el alumno es un sujeto activo (toma decisiones, investiga, evalúa, etc.) y aprende en un ambiente de aprendizaje significativo; se caracterizan por ofrecer un aprendizaje divertido, que incrementa la motivación; plantean un aprendizaje desafiante que requiere de la aplicación de habilidades de pensamiento de orden superior en términos de la taxonomía de Bloom, revisada por Anderson y Krathwohl (Anderson *et al.*, 2014); precisan del aprendizaje cooperativo, que desarrolla habilidades sociales como la comunicación, la negociación, el trabajo en equipo, etc.; promueven la competencia lingüística; responden a los requerimientos de la sociedad del siglo XXI, ya que incluyen elementos como la comunicación y el pensamiento crítico; permiten el tratamiento multidisciplinario de áreas; utilizan el andamiaje para facilitar la comprensión del alumnado; transmiten *feedback*; hacen uso de las TIC; etc. Por tanto, el *escape room* resulta efectivo, en gran medida, para la educación bilingüe y, en concreto, para el enfoque educativo AICLE.

3. Objetivos del trabajo

Los objetivos que se proponen con este trabajo científico son los siguientes:

- Proponer un proyecto de gamificación basado en el *escape room* aplicado al aula AICLE de educación primaria.
- Profundizar en el conocimiento de los *escape rooms* como herramienta educativa en la enseñanza actual.
- Evaluar en qué medida el *escape room* resulta efectivo para la educación bilingüe con el enfoque AICLE, centrando la atención en su repercusión en la motivación.
- Analizar de forma crítica cómo integrar la enseñanza del *escape room* en el aula AICLE.
- Concienciar sobre los aspectos a tener en cuenta por los maestros cuando programan un *escape room* para el aula AICLE en un área y nivel específicos.

4. Diseño del proyecto de innovación

4.1. Descripción general

Se elaborará un proyecto de gamificación basado en el *escape room* para el aula AICLE de educación primaria. Los destinatarios del proyecto serán los alumnos de 4.º nivel de

esta etapa. En concreto, se dirigirá a aquellos estudiantes que estén cursando el área de Ciencias de la Naturaleza en inglés como lengua vehicular, es decir, haciendo uso del enfoque AICLE. En líneas generales, el grupo-clase de 4.º de educación primaria contará con 24 estudiantes de nivel socioeconómico medio-alto. Asimismo, se caracterizará por la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje, y de necesidades. No obstante, el alumnado de este nivel, que tendrá entre 9 y 10 años de edad, presentará unas características psicoevolutivas comunes, las cuales serán tenidas en cuenta para la elaboración del proyecto. Atendiendo al Center for Development of Human Services (2015), las principales características psicoevolutivas de esta edad son alta curiosidad; interés por cosas determinadas; motivación durante un largo periodo de tiempo; mejora de las habilidades de pensamiento abstracto y razonamiento; gusto por la actividad física, el trabajo cooperativo y los juegos de equipo; competitividad; comprensión de la noción de justicia; y mayor aceptación de los propios errores.

El proyecto de gamificación tendrá carácter anual y consistirá en la puesta en práctica de un *breakout box* al final de cada uno de los temas de Ciencias de la Naturaleza, lo que servirá para afianzar conocimientos, promover múltiples capacidades y evaluar en una atmósfera motivadora

El proyecto de gamificación tendrá carácter anual y consistirá en la puesta en práctica de un *breakout box* al final de cada uno de los temas de Ciencias de la Naturaleza, lo que servirá para afianzar conocimientos, promover múltiples capacidades y evaluar en una atmósfera motivadora. El proyecto se diseñará teniendo en cuenta los componentes del enfoque AICLE y la legislación vigente nacional relativa a la etapa de primaria, como es la Ley orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, y el Real Decreto 126/2014, de

28 de febrero. Con el objetivo de garantizar, en profundidad, la comprensión de la planificación de un *escape room* en el contexto mencionado, se desarrollará con detalle uno de los nueve *breakout boxes* del curso escolar.

4.2. Objetivos específicos del proyecto de innovación

Con el proyecto de gamificación basado en el *escape room* para el aula AICLE se persiguen los siguientes objetivos:

- Promover la motivación de los alumnos para enfrentarse a una materia no lingüística (Ciencias de la Naturaleza) vehiculada en una lengua extranjera (inglés) a través del enfoque educativo AICLE.
- Afianzar los conocimientos adquiridos en el área de Ciencias de la Naturaleza impartida mediante el enfoque AICLE.
- Potenciar las capacidades trabajadas en Ciencias de la Naturaleza en el aula AICLE.

- Favorecer las competencias clave en el aula AICLE.
- Evaluar los conocimientos y capacidades transmitidos desde el área de Ciencias de la Naturaleza impartida con un enfoque AICLE.
- Implementar el AICLE de forma efectiva, atendiendo a sus requerimientos metodológicos y al marco de las «4 C».

4.3. Fases del proyecto

4.3.1. Análisis de necesidades

La primera fase del programa será el análisis de necesidades, que consistirá en examinar la realidad desde la que se parte con el fin de diseñar un proyecto adaptado a ella que se caracterice por su eficacia, viabilidad y adecuación. Este análisis será efectuado durante las tres primeras semanas del curso y será llevado a cabo por el maestro-tutor del grupo de 4.º de educación primaria para el cual está dirigido el programa, por el maestro que imparta Ciencias de la Naturaleza en inglés en dicho grupo (solo en caso de que fuera diferente) y por el especialista de lengua extranjera (inglés).

Para que el análisis de necesidades sea efectivo, se implementarán medidas diversas: reunión con maestros y especialistas del curso anterior; entrevistas y reunión con las familias; observación sistemática; reunión grupal con los maestros que imparten docencia en dicho grupo; y formación en *escape rooms* educativos tipo *breakout boxes* para el especialista de inglés, el maestro-tutor del grupo y el maestro que imparte Ciencias de la Naturaleza en inglés. Gracias a estas acciones, se podrá obtener información del grupo, en general, y de los alumnos, en particular (relaciones entre discentes y habilidades sociales, competencia lingüística y comunicativa en inglés, habilidades cognitivas, necesidades educativas, intereses, comportamiento general, nivel de competencia y motivación en el área de Ciencias de la Naturaleza, etc.). También, se tendrá en cuenta el nivel socioeconómico de las familias, los documentos del centro que orientan sobre los recursos de los que se dispone (materiales, espaciales, personales, etc.) y el presupuesto del centro.

4.3.2. Diseño

En esta segunda fase, se diseñará el proyecto de gamificación basado en el *escape room* de acuerdo a las necesidades encontradas en la fase anterior. Será fundamental que se adapte a la realidad del grupo-clase y del contexto educativo, y que responda a todas las necesidades localizadas. El diseño del proyecto tendrá lugar durante las dos semanas posteriores al análisis de necesidades, aunque deberá ser flexible para contar con las modificaciones que se consideren pertinentes para su mejora a lo largo de su aplicación.

Su elaboración concreta será obra del maestro que imparta Ciencias de la Naturaleza en inglés en el aula del grupo-clase de 4.º de educación primaria, pues es quien, además de haberse formado en la técnica del *escape room* para educación (*breakout box*), contará con una titulación y conocimientos específicos de AICLE.

4.3.3. Aplicación

Esta tercera etapa se basa en la implementación del proyecto diseñado, es decir, en el desarrollo de las múltiples actuaciones programadas. Entre ellas, se destaca la puesta en práctica de los *breakout boxes*. A lo largo de la aplicación del proyecto (de octubre a junio) será cuando se evalúe el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado y cuando se hagan efectivas las posibles modificaciones del proyecto para su mejora.

4.3.4. Evaluación

La cuarta fase se refiere a la evaluación, que se dirigirá al alumnado, a la acción docente y al proyecto en sí. No obstante, cabe subrayar que la evaluación no solo se llevará a cabo al finalizar la aplicación del proyecto, sino desde el inicio y a lo largo de este. Con respecto a la evaluación del alumnado, será de diversos tipos:

- **Inicial.** Con el análisis de necesidades y, en concreto, con la información obtenida gracias al pretest de motivación, a la observación sistemática, al maestro-tutor del curso anterior y al docente que impartía Ciencias de la Naturaleza en inglés en dicho curso.
- **Procesual.** Con la evaluación de las competencias clave en el *breakout box* durante la aplicación del proyecto.
- **Final.** Con la valoración de los conocimientos y capacidades adquiridos al final de cada unidad y plasmados en el *breakout box*, con el postest de motivación y con el análisis del grado competencial alcanzado al final del proyecto.

En cuanto a la evaluación de la acción docente, será útil, sobre todo, para analizar su tarea respectiva a la creación de los *breakout boxes* para el aula AICLE. Su evaluación se hará tanto al final del proyecto como a lo largo de este si el propio docente considera conveniente introducir cambios para enriquecer su práctica. Finalmente, con la evaluación del proyecto se examinará el grado de logro de los objetivos previstos, lo que permitirá realizar modificaciones en caso de que sea conveniente para introducir mejoras de cara a futuras aplicaciones. El proyecto también podrá sufrir cambios a lo largo de su aplicación. La información respectiva a la evaluación del proyecto se desarrollará de forma detallada en el apartado 5 (Plan de evaluación del proyecto de innovación). Es fundamental recalcar que, en general, la evaluación será llevada cabo tanto por el alumnado como por el profesorado.

4.4. Contenidos

Los contenidos con los que tratarán los alumnos a lo largo de la implementación de los *breakout boxes* pertenecerán a los cinco bloques de contenidos del área de Ciencias de la Naturaleza que se exponen en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero. Ya que el proyecto diseñado es anual, los alumnos manejarán una gran cantidad de contenidos durante los *breakout boxes*. Los distintos contenidos se corresponderán con una de las nueve unidades de las que se compone la asignatura de Ciencias de la Naturaleza. Por tanto, en este apartado se enumerarán, de forma general, los contenidos que se incluirán en cada una de las unidades y, por tanto, de los *breakout boxes*.

Cuadro 2. *Breakout boxes* del curso

Unidad	<i>Breakout box</i>	Bloque de contenidos	Contenidos (resumidos del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero)
Unidad 1	Epidemia en el hospital general.	2. El ser humano y la salud.	Las funciones vitales en el ser humano: nutrición, relación y reproducción.
Unidad 2	En busca del menú saludable en el comedor escolar.	2. El ser humano y la salud.	Salud y enfermedad. Hábitos saludables para prevenir enfermedades.
Unidad 3	Atrapados dentro del bosque.	3. Los seres vivos.	Estructura de los seres vivos. Los seres vivos: características, clasificación y tipos. Las relaciones entre los seres vivos.
Unidad 4	Naufragio en el submarino escolar.	3. Los seres vivos.	Los animales invertebrados, características y clasificación.
Unidad 5	El robo de alimentos en el centro de protección de animales.	3. Los seres vivos.	Los animales vertebrados, características y clasificación.
Unidad 6	Una plaga en el invernadero.	3. Los seres vivos.	Las plantas: la estructura y fisiología de las plantas, la fotosíntesis y su importancia para la vida en la Tierra.



Unidad	Breakout box	Bloque de contenidos	Contenidos (resumidos del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero)
Unidad 7	La fórmula química desaparecida del laboratorio.	4. Materia y energía.	Estudio y clasificación de materiales por sus propiedades. Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo. Separación de los componentes de una mezcla. Reacciones químicas.
Unidad 8	El misterio de la central eléctrica.	4. Materia y energía.	Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas. Concepto de «energía». Diferentes formas de energía. Energías renovables y no renovables.
Unidad 9	Peligro en el museo de los inventos.	5. La tecnología, objetos y máquinas.	Máquinas y aparatos. Beneficios y riesgos de las tecnologías y productos. Importantes descubrimientos e inventos.

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro 2, el bloque de contenidos 1, que sería «Iniciación a la actividad científica», no aparece. El motivo de esto se expone en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, que señala que los contenidos del bloque 1 son comunes y deben desarrollarse de forma integrada dentro de los otros bloques de contenidos. Por tanto, el proyecto de gamificación los contemplará generalmente en todas las unidades y *breakout boxes* de la asignatura. Los más importantes estarán relacionados con la experimentación, el trabajo en grupo, el uso de las TIC, el empleo de materiales diversos, el esfuerzo, la utilización de fuentes de información variadas, la investigación, el análisis de la información, etc.

Por otro lado, cabe apuntar que los contenidos a los que se alude en el cuadro son los conceptuales, ya que se han enumerado de forma general. No obstante, estos contenidos no serán los únicos, pues se incluirán también los procedimentales, que se refieren al empleo de técnicas propias en la actividad científica (observación, análisis de problemas, experimentación, búsqueda de soluciones, etc.), y los actitudinales, que sirven para desarrollar valores y actitudes ligados al método científico (curiosidad, respeto por el entorno,

colaboración, etc.). Los contenidos conceptuales son importantes, ya que permiten que se establezcan relaciones entre los distintos tipos de contenidos.

Por último, es esencial mencionar que el estudio de los contenidos de esta área en el aula AICLE contribuirá a que el alumnado alcance los objetivos generales de la etapa de educación primaria contenidos en el artículo 7 del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero (excepto los de las letras e) y n), que aluden, respectivamente, al aprendizaje de la lengua castellana y, en su caso, de la posible lengua cooficial, y a la educación vial). De entre ellos, destacamos, en estrecha relación con el área de Ciencias de la Naturaleza en el aula AICLE, los siguientes:

- «h) Conocer los aspectos fundamentales de las Ciencias de la Naturaleza, las Ciencias Sociales, la Geografía, la Historia y la Cultura».
- «f) Adquirir en, al menos, una lengua extranjera la competencia comunicativa básica que les permita expresar y comprender mensajes sencillos y desenvolverse en situaciones cotidianas».

4.5. Metodología

La metodología que se empleará será coherente con el enfoque educativo AICLE y con el *escape room*. Por tanto, los principios metodológicos que se seguirán se basarán en las teorías constructivistas siguientes: la teoría genética de Piaget, la teoría sociocultural de Vygotsky, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y la teoría del aprendizaje por descubrimiento de Bruner. De acuerdo con el constructivismo, el alumno es un sujeto activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje que construye sus propios conocimientos gracias a la interacción con el entorno y sus disposiciones internas (Ruiz-Velasco, 2007). Esto implica que el maestro no será el centro de la educación, sino que ejercerá el rol de guía en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y dejará que sean los alumnos quienes descubran sus aprendizajes por sí solos (sobre todo, en el caso del *breakout box*). Siguiendo estas teorías, la metodología del presente proyecto incitará al niño a la acción y a la participación en tareas diversas en las que él sea el protagonista. Dichas actividades serán lúdicas, motivadoras y variadas (experimentación, investigación, resolución de problemas de forma creativa, etc.), deberán ofrecer andamiaje y propondrán desafíos para promover las habilidades de pensamiento; sobre todo, las de orden superior. Más aún, se basarán en sus intereses y se planificarán considerando sus ritmos y conocimientos previos, de modo que logren un aprendizaje significativo. Cabe hacer, también, hincapié en que se potenciará el aprendizaje cooperativo y, por tanto, el desarrollo de la competencia comunicativa y lingüística.

4.6. Recursos materiales y humanos

La implementación de los *breakout boxes* requerirá el uso de distintos recursos materiales y humanos.

En cuanto a los recursos materiales, se seleccionarán de acuerdo a los criterios establecidos por Mehisto (2012), quien subraya que para que los materiales de aprendizaje del AICLE sean de calidad deben desarrollar la motivación intrínseca; favorecer el pensamiento crítico; incrementar la creatividad; potenciar la autonomía; concienciar sobre el progreso y las limitaciones; promover habilidades de aprendizaje; incluir andamiaje para facilitar la comprensión y la tarea cognitiva; desencadenar el aprendizaje cooperativo; cubrir las distintas necesidades de los niños (estilos de aprendizaje, inteligencias múltiples, etc.); fomentar el uso auténtico del lenguaje; garantizar un aprendizaje significativo, etc. En definitiva, y pensando en el *breakout box*, deberán ser atractivos, variados y tendrán que promover el desarrollo de las habilidades cognitivas. Más aún, se contará tanto con materiales creados por el maestro como con materiales ya elaborados. En concreto, los materiales que más se utilizarán en los *breakout boxes* programados serán los expuestos en la letra D) del cuadro 1, incluido dentro del apartado 2.4.2 (Diseño de un *breakout box*) de este artículo. Las TIC estarán muy presentes entre esos materiales.

Con respecto a los recursos humanos, se contará con la colaboración del especialista de inglés y del maestro de Ciencias de la Naturaleza para que se caractericen de personajes propios de la temática tratada, tal como se ha indicado previamente. Para que el docente de la asignatura pueda evaluar y hacer un seguimiento del juego, será él quien hará de director del juego en la introducción al *breakout box*. Por su parte, el especialista de inglés podrá interpretar a un personaje que aparecerá en medio del juego para transmitir un mensaje o dar una pista, entre otros.

4.7. Desarrollo de uno de los *breakout boxes*

Título del *breakout box*: «Epidemia en el hospital general» (Unidad 1. Las funciones vitales).

Etapa I. Elección de los objetivos (y contenidos) de aprendizaje relacionados con su área curricular

Objetivo general del *breakout box*:

- Evaluar los contenidos y habilidades transmitidos en la unidad 1 (Las funciones vitales).



► (cont.) Etapa I.

Objetivos de aprendizaje específicos para el alumnado:

- Relacionados con el bloque 1 de contenidos (Iniciación a la actividad científica):
 - Aplicar técnicas de aprendizaje cooperativo.
 - Utilizar fuentes diversas de información.
 - Hacer uso adecuado de las TIC para localizar información necesaria.
 - Mostrar una actitud responsable a lo largo del *breakout box*.
 - Esforzarse durante la resolución de enigmas.
 - Utilizar los materiales de forma adecuada.
 - Mostrar iniciativa en la toma de decisiones.
 - Aplicar técnicas científicas de investigación y experimentación.
- Relacionados con el bloque 2 de contenidos (El ser humano y la salud):
 - Conocer el funcionamiento del cuerpo humano: células, órganos, aparatos, sistemas (su localización, forma, estructura y funciones). (Objetivo resumido del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, que engloba el resto de objetivos de este bloque).
 - Conocer las principales características de las funciones vitales.
 - Identificar y localizar las partes principales del aparato reproductor femenino.
 - Identificar las características más importantes del aparato locomotor.
 - Conocer el funcionamiento y las diferentes partes del aparato circulatorio.
 - Reconocer los órganos principales del aparato respiratorio, digestivo y excretor.
 - Reconocer estilos de vida saludables para el cuidado de los órganos de los sentidos.
 - Experimentar con los sentidos para obtener información (bloque 1 también).
- Relacionados con el enfoque AICLE:
 - Mostrarse altamente motivado durante el *breakout box*.
 - Esforzarse en hacer uso del inglés para comunicar sus ideas.

A) Otros elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje que deben planificarse desde un enfoque educativo AICLE

a) Competencias clave de la LOMCE

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia en comunicación lingüística, competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor, conciencia y expresiones culturales. Las siete competencias están presentes, pero sobre todo las dos primeras.



► (cont.) Etapa I.

b) Cuatro habilidades lingüísticas (en inglés)

Escucha (para comprender instrucciones, grabaciones, pistas orales, etc.), habla (para comunicarse con los compañeros y con el director y el vigilante), lectura (para comprender enigmas) y escritura (para resolver enigmas).

c) Metas de aprendizaje del estudiante (4 C):

- **Contenido.** Funciones vitales (nutrición, relación y reproducción) y funcionamiento del cuerpo humano (células, órganos, aparatos, sistemas –localización, forma, estructura y funciones–).
- **Cognición.** Resolución de problemas (usando procedimientos conocidos o siendo creativo), investigación, experimentación, comparación, clasificación, identificación, reconocimiento, localización, elección, razonamiento, aplicación de técnicas científicas, evaluación, etc.
- **Cultura.** Comparación de sabores entre las comidas de países distintos y reconocimiento de estilos de vida saludables para el cuidado de los órganos de los sentidos.
- **Comunicación:**
 - *Lenguaje de aprendizaje* (estaría en inglés): funciones vitales, alimentación, aparato, sistema, órgano, ovario, venas, sangre, corazón, oxígeno, agua, movimiento, gestación, órganos de los sentidos, médico, higiene, pulmones, hígado, intestino, hueso, gusto, desarrollar, transportar, contraer, experimentar, cinco, etc.
 - *Lenguaje para el aprendizaje* (estaría en inglés): «está allí/aquí», «¿puedes ayudarme?», «¡abramos...!», «¿puedo/podemos usar...?», «no lo sé/no lo sabemos», «¿qué es esto?», «¿me puedes pasar...?», «¡busquemos...!», «¿cómo se dice... en inglés?», «¿es correcto?», «¡esto está mal!», «¡bien hecho!», «¡problema resuelto!», «respetar las reglas», «¡es verdadero!», «¡es falso!», «¡rápido!», «¡no tenemos mucho tiempo!», etc.
 - *Lenguaje a través del aprendizaje:* lenguaje espontáneo.

Etapa II. Selección del tópico y el argumento del *breakout box*, en estrecha relación con los objetivos de aprendizaje

- **Tema seleccionado.** Epidemia en el hospital general (el cuerpo humano).
- **Hilo argumental.** El director del hospital general de Londres alerta de que en su hospital se ha diagnosticado una epidemia de ébola que ha afectado tanto a pacientes como a personal médico y enfermeras. Por tanto, pide la ayuda urgente de un equipo de médicos especializados en enfermedades mortales, quienes deberán encontrar una de las últimas vacunas que quedan contra el virus del Ébola. La explicación del hilo argumental la hace con imágenes en su mano para que se comprenda. Por otro lado, se decorará el aula a modo de sala médica de hospital. Para ello, se emplearán los utensilios y accesorios médicos (reales y no reales) del rincón del «cuerpo humano» aportados por el alumnado,



► (cont.) Etapa II.

y otros, aportados por una de las familiares que es cirujana y por un enfermero (reales, pero seguros). También, se crearán carteles, símbolos propios del hospital y pequeñas máquinas médicas con cartulina y camillas con colchonetas y sábanas. En cuanto a los personajes, el director del hospital general será interpretado por el maestro del área, por lo que se disfrazará de médico, y el equipo de médicos especializados será el alumnado de 4.º B, al cual se le facilitarán batas blancas obtenidas del laboratorio.

Etapa III. Planificación del *breakout box* propiamente dicho

A) Formato de la organización de la dinámica

Los enigmas y puzles se organizarán de acuerdo al formato «basado en múltiples senderos». Esto permite que cada uno de los cuatro grupos de seis miembros creados dé solución a un camino de enigmas, los cuales serán iguales, pero seguirán un orden distinto y ofrecerán combinaciones de candados diferentes. Con el fin de que no se transmitan las respuestas entre los equipos, se les explicará en las instrucciones que el vigilante de seguridad (especialista de inglés) controlará la situación y que si traspasan información quedarán eliminados y, por tanto, no se podrá abrir la caja de escape. Además, para evitar que los grupos se confundan de secuencia, cada uno tendrá un color asignado (verde, azul, amarillo, rojo), de forma que solo podrán resolver los enigmas que encuentren identificados con una pegatina de su color. La solución de cada secuencia de puzles permitirá abrir una caja que ofrecerá una pista. Estas pistas deberán juntarse con las otras pistas obtenidas en el resto de caminos, lo que conducirá a los alumnos a un enigma final (metapuzle) que posibilitará abrir la caja de escape.

B) Concreción del número de cajas y del número y tipos de candados que se emplearán

- **Número de cajas que se utilizarán:**

- *Cuatro cajas medianas.* Se abrirán con la resolución de los distintos caminos de enigmas. Cada una de ellas será del color del equipo que deba abrirla (rojo, verde, amarillo y azul).
- *Una caja grande (de escape).* Se abrirá con la resolución del enigma final al cual llegará el alumnado tras juntar las pistas obtenidas en cada camino. Será multicolor, pues deberá ser abierta con la colaboración de todos los equipos.

- **Número y tipos de candados que se incluirán.** Cuatro aspas de control, cuatro candados de tres letras, cuatro candados de tres dígitos, cuatro candados de direcciones, cuatro candados de cuatro letras, cuatro candados de cuatro dígitos y un candado de llaves.

C) Creación de enigmas

Se diseñarán seis enigmas, cinco para cada uno de los cuatro grupos y uno común. Por tanto, en total suman 21 enigmas. A continuación, se detallarán los distintos enigmas. No obstante, primero cabe señalar que, aunque en este trabajo los enigmas se redacten en castellano, realmente al alumnado se le presentarán en inglés por estar en un aula bilingüe con enfoque educativo AICLE; por tanto, algunos de los códigos obtenidos cambiarán.





► (cont.) Etapa III.

Enigma 1 (siguiendo el camino de uno de los grupos)¹

Durante las instrucciones del *breakout box*, se le da a cada equipo una tableta con la aplicación de lectura de códigos QR. Tendrán que buscar por la sala un código QR de su color y escanearlo. Así, aparecerá el primer enigma:

Decide si las siguientes afirmaciones sobre las funciones vitales son verdaderas (V) o falsas (F):

Las funciones vitales son nutrición, descanso y relación. (F)

Las plantas no realizan las funciones vitales. (F)

Nutrición y alimentación son palabras con significados distintos. (V)

La relación es una función que consiste en establecer relaciones sociales. (F)

Los seres humanos tienen descendientes porque se reproducen. (V)

Para abrir el candado de direcciones, usa «arriba» en las afirmaciones falsas y «abajo» en las afirmaciones verdaderas. Respeta el orden de las afirmaciones.

La combinación es «arriba, arriba, abajo, arriba, abajo». El especialista de inglés dará a los alumnos el nombre de un libro: *Frankenstein*.

Enigma 2

Una vez que los alumnos localicen el libro *Frankenstein*, entre sus hojas encontrarán un sobre del color de su equipo con un nuevo enigma. Se trata de una imagen del aparato reproductor femenino con espacios en blanco donde se debe poner el nombre de las partes que se señalan. El enigma indica:

Escribe las partes del aparato reproductor femenino: ovario, vulva, útero y vagina.

Para abrir el candado de cuatro letras, pon en orden alfabético la quinta letra de cada palabra.

La combinación es «A-I-N-O». El especialista de inglés dará a los discentes unos prismáticos.

Enigma 3

El grupo deberá ir a la ventana, pues será donde tenga sentido usar los prismáticos. Será entonces cuando localice un mensaje: «¡Mira debajo de la mesa!». Los niños deberán mirar debajo de las mesas hasta que encuentren el tercer enigma en un sobre del color de su equipo:

Completa con la palabra correcta. Puedes utilizar el diccionario si lo necesitas:

El componente principal de la sangre es el _ _ _ _ . Agua (U)



▶ (cont.) Etapa III.

▶ (cont.) Enigma 3.

- ___ _ _ _ _ : vasos sanguíneos que llevan la sangre hasta el corazón. Venas (N)
El corazón se ___ _ _ _ _ y se relaja produciendo el latido. Contrae (O)
Los ___ _ _ _ _ rojos le dan el color rojo a la sangre. Glóbulos (S)
Los ___ _ _ _ _ forman parte del sistema óseo. Huesos (E)
___ _ _ _ _ : vasos sanguíneos que conectan las venas a las arterias. Capilares (I)
El sistema óseo y el sistema ___ _ _ _ _ forman el aparato locomotor. Muscular (S)
La sangre transporta nutrientes, sustancias de ___ _ _ _ _ y oxígeno. Desecho (D)
El aparato locomotor es el responsable del ___ _ _ _ _ . Movimiento (O)
___ _ _ _ _ : vasos sanguíneos que transportan oxígeno y nutrientes. Arterias (S)
- Para abrir el candado de tres dígitos, junta las letras subrayadas en azul y léelas.

La combinación es «1-6-2». El especialista de inglés dará a los discentes un papel en blanco.

Enigma 4

Los miembros del grupo deberán investigar cómo poder leer el papel. Para ello podrán utilizar internet, donde podrán averiguar que la tinta invisible se lee con luz ultravioleta. Por tanto, deberán encontrar en la sala una linterna de luz ultravioleta con la que poder leer el cuarto enigma:

- a) El periodo de nueve meses en el que el bebé se desarrolla se llama...
1. Maduración.
 2. Reproducción.
 3. Gestación. (Correcto)
- b) ¿Qué elementos están presentes en la función de relación?
4. La piel y el cerebro.
 5. El sistema nervioso, el aparato locomotor y los órganos de los sentidos. (Correcto)
 6. El aparato locomotor, el sistema circulatorio y el cerebro.
- c) ¿Cómo podemos cuidar nuestros órganos de los sentidos?
7. Con protecciones adecuadas, higiene y visitas al doctor. (Correcto)
 8. Con la nutrición y visitas al doctor.
 9. Con la ayuda de un especialista.
- d) El testículo es parte de...
0. El aparato reproductor masculino. (Correcto)
 1. El aparato reproductor femenino.
 2. Los aparatos reproductores masculino y femenino.

► (cont.) Etapa III.

► (cont.) Enigma 4.

Para abrir el candado de cuatro dígitos, usa los números de las respuestas correctas (en orden).

La combinación es «3-5-7-0». El especialista de inglés dará a los discentes un lápiz de memoria.

Enigma 5

Los miembros del grupo meterán el lápiz de memoria en uno de los ordenadores portátiles y aparecerá el quinto enigma.

Clasifica los siguientes órganos dentro del cuadro: pulmones, tráquea, hígado, intestinos, laringe, riñones, bronquios, uréter, estómago.

1.º Sistema digestivo:

Número de palabras: $___ \times 2 = ___$. (Intestinos, hígado, estómago: $3 \times 2 = 6$).

2.º Sistema excretor:

Número de palabras: $___ \times 2 = ___$. (Riñones, uréter: $2 \times 2 = 4$).

3.º Sistema respiratorio:

Número de palabras: $___ \times 2 = ___$. (Tráquea, pulmones, laringe, bronquios: $4 \times 2 = 8$).

Para abrir el candado de tres letras, usa el código que hay detrás del papel para descodificar los resultados de las multiplicaciones: 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D), 5 (E), 6 (F), 7 (G), 8 (H), 9 (I) y 10 (J).

La combinación es «F-D-H». En este momento, el grupo dispondrá de la combinación de todos los candados de la caja mediana, por lo que esta podrá abrirse. Dentro encontrarán un trozo de mapa, el cual deberán juntar con el resto de equipos.

Enigma 6

Una vez que los alumnos junten las partes del mapa, se darán cuenta de que en él aparece marcado un punto del gimnasio del colegio, el cual se encuentra muy cerca. Rápidamente, acudirán allí, y encontrarán una mesa con diferentes alimentos típicos de distintos países, cajas y tarritos, todo tapado y numerado, unas imágenes y una nota que dice así:

Este es el último enigma. Para resolverlo, debes identificar las siguientes cosas experimentando con tus sentidos. Selecciona las imágenes de las cosas identificadas. Hazlo en orden: caja tapada con agujeros a los lados, para tacto (un corazón); caja tapada con agujeros a los lados, para tacto (un hueso); tarrito tapado con agujeritos, para olfato (colonia); tarrito tapado con agujeritos, para olfato (pescado); tarrito tapado con



► (cont.) Etapa III.

► (cont.) Enigma 6.

agujeritos, para olfato (menta); plato de comida española, para gusto (paella); plato de comida china, para gusto (pan de gamba); plato de comida italiana, para gusto (pizza); plato de comida americana, para gusto (tortitas); plato de comida mexicana, para gusto (nachos).

Nota. Se tendrán en cuenta las posibles alergias de los niños.

Esta vez, los discentes deberán resolver de forma creativa cuál es el mensaje del enigma, pues, a diferencia de los enigmas anteriores, en este no se incluirán indicios de cómo hacerlo. La solución al enigma se obtendrá ordenando las letras que habrá detrás de las imágenes seleccionadas. La palabra que encontrarán será «W-H-I-T-E-B-O-A-R-D». Los alumnos volverán al aula y encontrarán una llave pegada por un lado de la pizarra digital. Con esta llave, podrán abrir la caja de escape, la cual contendrá una de las últimas vacunas contra el virus del Ébola. De este modo, podrán curar la epidemia del hospital general, tal como les anunciará una grabación.

¹ Las soluciones a los enigmas han sido incluidas.

En caso de tener alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo, adaptaremos el *breakout box*. Algunos ejemplos de adaptaciones son los siguientes:

- **Alumnado con trastorno por déficit de atención e hiperactividad.** Se le ofrecerán instrucciones claras, precisas y poco numerosas con apoyo visual, se secuenciarán los problemas y se realizará el *breakout box* en un aula mayor, como el aula de usos múltiples.
- **Alumnado con discapacidad intelectual.** Se partirá de los contenidos procedimentales, se ofrecerá la información por diversas vías y previamente se habrá trabajado la competencia social.
- **Alumnado con discapacidad motora.** El *breakout box* se llevará a cabo en un amplio espacio y se contará con un ascensor.
- **Alumnado con discapacidad visual.** Alguien del grupo le leerá los enigmas, se le presentarán en braille y el mapa se hará en relieve.
- **Alumnado con discapacidad auditiva.** Se le ubicará cerca del maestro para que le lea los labios y se le presentará la información por escrito.
- **Alumnado con trastorno del espectro autista.** Se trabajará previamente con él la interacción comunicativa, se le adaptará el nivel de dificultad de los enigmas y se anticipará el *breakout box* o los enigmas con pictogramas.
- **Alumnado con altas capacidades.** Se trabajará previamente con él la tolerancia a la frustración en caso de no saber resolver enigmas, se le incluirá en un grupo que precise más ayuda y se le nombrará ayudante para explicar las causas de los fallos.

D) Lista de materiales y recursos que se van a emplear

Por un lado, los recursos materiales que se emplearán en el *breakout box* serán 24 batas blancas, un disfraz de médico, un disfraz de vigilante, imágenes del hilo argumental, cuatro tabletas con aplicación



► (cont.) Etapa III.

de lectura de códigos QR, cuatro ordenadores portátiles, una pizarra digital interactiva, cuatro lápices de memoria, cuatro prismáticos, cuatro papeles con la palabra «Frankenstein», ocho sobres de los colores de cada equipo, una linterna ultravioleta, varios diccionarios, papeles con los distintos enigmas (folio, imágenes, hoja con tinta invisible, papel con código, etc.), mapa del gimnasio por piezas, celo, cinco platos de comidas del mundo (con paella, pizza, tortitas, pan de gamba y nachos), servilletas, cucharas de plástico, tres tarritos de olores (con pescado, colonia y menta), dos cajas táctiles (corazón y hueso), imágenes diversas para el taller de los sentidos, pistas diversas, cartas de canje de pistas, grabación de final de juego, imitación de vacuna del ébola, bolígrafos, lápices, folios, gomas, objetos de distracción (libros, otras cajas, cuadros, etc.) y los candados, cajas y decorados ya citados.

Por otro lado, los recursos personales que se utilizarán en el *breakout box* serán el maestro de Ciencias de la Naturaleza, que será el director del hospital general, y tendrá un rol de moderador y evaluador; y el especialista de inglés, que será el vigilante del hospital, y tendrá el rol de controlar que los grupos no se pasen información sobre la resolución de los enigmas. Además, tendrá que dar distintos objetos a los grupos cada vez que abran candados de su caja.

E) Enumeración de posibles pistas

Durante el desarrollo del *breakout box*, los grupos podrán contar con un máximo de dos pistas, las cuales podrán solicitar siempre que la mayoría de miembros estén de acuerdo. En el momento de las instrucciones del juego, el director del hospital general dará a cada grupo dos cartas de pistas que deberán canjearlas en el momento que quieran obtener una pista concreta. El intercambio se hará a través del vigilante. Solo si el director del hospital percibe serias dificultades en el *breakout box* ofrecerá pistas sin necesidad de que los niños las demanden. Para el presente *breakout box*, diversas pistas se preverán de antemano, pero otras que puedan ser requeridas podrán ser creadas en el momento por el vigilante y comunicadas de forma oral. En concreto, no se prevén pistas para el último enigma, ya que contarán con la inteligencia de 24 miembros. Algunas de las pistas previstas son las siguientes: para identificar las funciones vitales, dibujo que las muestre de forma indirecta (comida, sentidos y bebé); para el enigma de las partes del aparato reproductor femenino, dar las palabras escritas en inglés, pero no localizadas en un dibujo; para recordar alguna palabra respectiva a las definiciones del aparato locomotor y del sistema circulatorio, dar la palabra desordenada; para saber cómo leer el papel en blanco, enseñar la imagen de una uva; para saber cómo cuidar los sentidos, hacer mímica; y para descifrar el mapa, mostrar una colchoneta.

Etapa IV. Programación de la información previa al *breakout box* que se les dará a los alumnos (sobre todo, instrucciones iniciales)

El *breakout box* en sí mismo durará 45 minutos, y con la información previa y el recopilatorio final se sumarán 15 minutos hasta llegar a los 60 minutos que durará la sesión.

Durante el momento de información previa (10 min), el director del hospital general (maestro) explicará el problema que hay en el hospital general y que los alumnos, como médicos especializados en enfermedades mortales, deberán resolver. Para ello, apoyará la información del hilo argumental con imágenes. Les dejará claro que su objetivo será encontrar la vacuna en un máximo de 45 minutos de tiempo.



► (cont.) Etapa IV.

Asimismo, el director les informará sobre las reglas del juego (desplazarse andando y sin correr, respetar el material, no pasar información sobre los enigmas a otros grupos, etc.) y les aclarará la dinámica del *breakout box* (que muchos ya conocen): resolver los enigmas encontrados siguiendo un orden con el fin de abrir los candados que cierran las cajas. Para optimizar el tiempo, les indicará que se dividan en grupos de acuerdo a los equipos de seis miembros que tienen en el aula. A cada equipo le dirá su color y le explicará que solo podrá coger pruebas y objetos que estén identificados con su color. En el caso de que el grupo, en su conjunto, tenga problemas con alguna palabra en inglés, podrá consultar el diccionario. Igualmente, les dará las dos cartas de pistas canjeables y les explicará que solo podrán intercambiarlas por dos pistas cuando la mayoría del grupo esté de acuerdo. Finalmente, les indicará que será muy aconsejable que intenten comunicarse en inglés entre ellos y con él y el vigilante, y se ofrecerá para resolver las posibles dudas del alumnado.

Etapa V. Elección de los posibles aspectos que se van a tratar con el alumnado al final del *breakout box*

Se informará al alumnado sobre la causa de su fallo en la resolución de algún enigma (en caso de que se dé) y sobre la manera de haber llegado a su solución de forma efectiva. Igualmente, se llevará a cabo un interrogatorio que posibilite al docente conocer las modificaciones que haría el alumnado en el *breakout box*.

5. Plan de evaluación del proyecto de innovación

Para corroborar la efectividad del presente proyecto de innovación, se creará un plan de evaluación que tendrá como referencia los objetivos del proyecto.

Cuadro 3. Plan de evaluación del proyecto

Aspectos que se van a evaluar (de acuerdo a los objetivos del proyecto de innovación)	Instrumentos y procedimientos	Momento y finalidad
---	-------------------------------	---------------------

Grado de motivación alcanzado por el alumnado para enfrentarse a una materia no lingüística (Ciencias de la Naturaleza) vehiculada en inglés.

Test para medir la motivación de los niños hacia Ciencias de la Naturaleza en inglés (pretest).

Reunión entre el maestro-tutor de 4.º B de primaria, el maestro que imparte Ciencias de la Naturaleza en inglés, el especialista de inglés, el maestro que impartía Ciencias de la Naturaleza y el maestro-tutor del curso anterior.

Inicio del proyecto (evaluación diagnóstica: analizar el grado de motivación previo al proyecto con el fin de compararlo con el grado de motivación alcanzado al final).



Aspectos que se van a evaluar (de acuerdo a los objetivos del proyecto de innovación)	Instrumentos y procedimientos	Momento y finalidad
<p>▶</p> <p>Grado de motivación alcanzado por el alumnado para enfrentarse a una materia no lingüística (Ciencias de la Naturaleza) vehiculada en inglés. (cont.)</p>	<p>Test para medir la motivación de los niños hacia Ciencias de la Naturaleza en inglés (postest).</p>	<p>Finalización del proyecto (evaluación sumativa: examinar el grado de motivación alcanzado).</p>
<p>El grado de adquisición de conocimientos y de desarrollo de capacidades específicas de cada unidad por parte del alumnado.</p>	<p>Grabación, más escala de estimación descriptiva para evaluar los conocimientos y capacidades de cada unidad.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto, pero al final de cada <i>breakout box</i> (evaluación sumativa: analizar los conocimientos y capacidades propios de cada unidad al finalizarla).</p>
<p>Grado de desarrollo de las competencias clave por parte del alumnado.</p>	<p>Escala de estimación gráfica para evaluar competencias en el <i>breakout box</i>.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto (evaluación formativa y sumativa: examinar tanto la progresión del alumno durante la aplicación del proyecto como su grado de adquisición al finalizarlo).</p>
<p>La viabilidad de los <i>escape rooms</i> para evaluar los conocimientos y capacidades transmitidos desde el área de Ciencias de la Naturaleza.</p>	<p>Dossier que recoja las escalas de estimación descriptivas y la valoración personal del maestro sobre la viabilidad de los <i>breakout boxes</i> para evaluar.</p>	<p>Al final del proyecto (evaluación sumativa: valorar si el proyecto ha permitido evaluar los conocimientos y capacidades de Ciencias de la Naturaleza).</p>
<p>El grado de efectividad de la implementación del AICLE.</p>	<p>Lista de cotejo con registro de los principios metodológicos del AICLE y las «4 C» presentes en los <i>breakout boxes</i>.</p>	<p>Finalización del proyecto (evaluación sumativa: valorar si los principios metodológicos del AICLE y el marco de sus «4 C» han sido integrados en los <i>breakout boxes</i>).</p>
<p>Grado de efectividad general del proyecto.</p>	<p>Cuaderno del maestro para registrar el debate grupal del alumnado para evaluar el proyecto.</p> <p>Acta que incluya las opiniones surgidas en la reunión de evaluación del proyecto, en la que participan los docentes que han colaborado en el <i>escape room</i> y el orientador.</p>	<p>Finalización del proyecto (evaluación sumativa: analizar la adecuación y la utilidad de la implementación del proyecto).</p>

Fuente: elaboración propia.

6. Conclusiones

Finalmente, se valorará la efectividad del presente trabajo, analizando el alcance de los objetivos planteados. El primer objetivo, «proponer un proyecto de gamificación basado en el *escape room* aplicado al aula AICLE de educación primaria», se ha logrado, ya que en la segunda parte del trabajo se desarrolla un proyecto anual para la asignatura de Ciencias de la Naturaleza de un aula AICLE que consiste en implementar un *breakout box* al final de cada una de las nueve unidades del curso anual.

Con respecto al segundo objetivo, «profundizar en el conocimiento de los *escape rooms* como herramienta educativa en la enseñanza actual», cabe mencionar que también ha sido conseguido satisfactoriamente. La razón de esto es que el marco teórico expone de forma detallada la teoría relativa a los *escape rooms* (incluyendo su diseño) y explica las ventajas que aportan a la educación del siglo XXI: las habilidades sociales (comunicación, trabajo en equipo, etc.), la gestión del tiempo, las habilidades de pensamiento, la motivación intrínseca, la tolerancia a la frustración, el trabajo bajo presión, la aplicación de conocimientos y habilidades, la perseverancia, etc. Obviamente, todas estas capacidades se potenciarán también con el *escape room* en el aula bilingüe.

En cuanto al tercer objetivo, «evaluar en qué medida el *escape room* resulta efectivo para la educación bilingüe con el enfoque AICLE, centrando la atención en su repercusión en la motivación», es fundamental indicar que se ha cumplido, sobre todo gracias al apartado en el que se enumeran las múltiples similitudes entre el *escape room* y el AICLE, las cuales los hacen compatibles. Destacamos como principales semejanzas las siguientes: se fundamentan en la teoría constructivista; ofrecen un aprendizaje divertido, que incrementa la motivación; proponen un aprendizaje desafiante que precisa de la aplicación de habilidades cognitivas; requieren aprendizaje cooperativo, que potencia las habilidades sociales; promueven la competencia lingüística; hacen uso del andamiaje; incluyen las TIC; etc. Asimismo, a lo largo de la fundamentación teórica se desarrollan otras ventajas, como la adecuación del *escape room* para atender al marco de las «4 C» del AICLE y, sobre todo, para motivar al niño intrínsecamente, algo que será fundamental en un aula en la que los aprendizajes se vehiculan en lengua extranjera (inglés, en este caso).

En referencia al cuarto objetivo, que es «analizar de forma crítica cómo integrar la enseñanza del *escape room* en el aula AICLE», se relaciona con las similitudes ya citadas anteriormente, pero, sobre todo, su alcance se pone de manifiesto con el desarrollo del proyecto anual de *breakout boxes*. En concreto, el apartado de metodología informa de que, en función de las teorías constructivistas, se deberá incitar al alumnado a la acción y a la participación en actividades lúdicas y motivadoras, en las que las tareas sean desafiantes y variadas (investigación, resolución de problemas, experimentación, etc.). Del mismo modo, se deberán planificar tareas en grupo para potenciar el aprendizaje cooperativo y la competencia comunicativa y lingüística, siempre en un ambiente que sea significativo para el niño y que le proporcione andamiaje.

Por último, se hará referencia al objetivo quinto, que es «concienciar sobre los aspectos que han de tener en cuenta los maestros cuando programan un *escape room* para el aula AICLE en un área y nivel específicos».

Esta meta se ha conseguido con el ejemplo detallado del *breakout box* de una de las unidades, donde se especifica a qué deben responder los objetivos (al enfoque AICLE y a los bloques de contenidos respectivos a la unidad tratada), cómo debe ser la metodología y los recursos, y qué otros elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje deben planificarse desde un enfoque educativo AICLE (habilidades lingüísticas, competencias clave y las metas de aprendizaje del estudiante [4 C]). En definitiva, con este trabajo se han logrado todos los objetivos planteados.

Más aún, existe otra razón por la que este trabajo se considera de gran utilidad, y es que el proyecto de gamificación que propone es muy novedoso, ya que la vinculación de la enseñanza bilingüe mediante el enfoque AICLE con el *escape room* es un aspecto sobre el que apenas existe investigación.

De hecho, el estudio y la aplicación de *breakout boxes* en la educación en general es un hecho muy novedoso. Por tanto, este trabajo contribuirá al estado de conocimiento actual y permitirá a los maestros del AICLE conocer, programar y aplicar esta técnica tan efectiva de gamificación.

Con respecto a las limitaciones de la presente investigación, se indicará que la efectividad del proyecto no se podrá corroborar con total seguridad hasta que no se implemente durante todo un curso escolar, pues será entonces cuando se pueda llevar a cabo el plan de evaluación del proyecto desarrollado anteriormente, que permitirá examinar el alcance de sus objetivos específicos.

Teniendo en cuenta la presente limitación, se incluirá como propuesta de mejora la implementación del proyecto de gamificación basado en el *escape room* para corroborar su efectividad.

Finalmente, como futura línea de trabajo se propone el diseño de un proyecto de gamificación basado en el *escape room* para el AICLE, pero de forma globalizada. Dicho proyecto se dirigirá a aquellos alumnos que cursan más de un 50 % de la educación con este enfoque educativo y, por tanto, les permitirá afianzar y evaluar contenidos de diversas áreas a la vez (matemáticas, ciencias de la naturaleza, lengua extranjera, ciencias sociales, etc.). Hoy en día, cada vez se emplea más el aprendizaje globalizado, pues, como Halbach (2008) señala, existe una tendencia, por parte de los niños, a aprender de manera holística.

Referencias bibliográficas

- Acedo, M. (2019). 10 specific ideas to gamify your classroom. *TeachThought*. Recuperado de <<http://teachthought.com/pedagogy/how-to-gamify-your-classroom/>> (consultado el 3 de marzo de 2020).
- Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., ... y Wittrock, M. (Eds.). (2014). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's*. (2.ª ed.). Harlow, Inglaterra, Reino Unido: Pearson.
- Center for Development of Human Services. (2015). *The Child Development Guide*. Recuperado de <https://ocfs.ny.gov/main/foster_care/assets/ChildDevelGuide.pdf> (consultado el 3 de marzo de 2020).
- Cook, V. (2016). *Second Language Learning and Language Teaching*. (5.ª ed.). Nueva York, EE. UU.: Routledge.
- Coyle, D. (2006). Content and language integrated learning: motivating learners and teachers. *Scottish Languages Review*, 13, 1-18.
- Coyle, D. (2007). Content and language integrated learning: towards a connected research agenda for CLIL pedagogies. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 10(5), 543-562.
- Coyle, D., Hood, P. y Marsh, D. (2010). *CLIL: Content and Language Integrated Learning*. Cambridge, Inglaterra, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Dörnyei, Z. (2001). *Motivational Strategies in the Language Classroom*. Cambridge, Inglaterra, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Halbach, A. (2008). Una metodología para la enseñanza bilingüe en la etapa de primaria. *Revista de Educación*, 346, 455-466.
- Jackson, C. (2016). *How to Create a Low Cost Escape Room*. Nevada: Moosehead Publishing.
- Johnson, H. E. (2017). *Breaking into Breakout Boxes: Escape Rooms in Education*. Ciudad de Luxemburgo, Luxemburgo: Createspace Independent Pub.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco, California: Pfeiffer.
- Krashen, S. (1982). *Principles and Practice in Second Language Acquisition*. Oxford, Inglaterra, Reino Unido: Pergamon.
- Lasagabaster, D. y Sierra, J. M. (2010). Immersion and CLIL in english: more differences than similarities. *ELT Journal*, 64(4), 367-375. doi: 10.1093/elt/ccp082.
- Leontaridi, E., Ruiz, M. y Peramos, N. (2008). Aprender no es un juego... ¿o sí?: el componente lúdico en la práctica de la destreza escrita en la clase de ELE. En J. F. Barrios (Coord.), *Jornadas de Formación del Profesorado en la Enseñanza de L2/ELE y la Literatura Española Contemporánea* (pp. 153-164). Sofía, Bulgaria: San Clemente de Ojrid.
- Ley orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. (Boletín Oficial del Estado [BOE] 295, 10 de diciembre de 2013, pp. 97.858-97.921).
- Marsh, D. (1994). *Bilingual Education and Content and Language Integrated Learning*. París, Francia: University of Sorbonne.
- Marsh, D. (2000). Using languages to learn and learning to use languages: An introduction to CLIL for parents and young people. *TIE-CLIL*. Recuperado de <<http://archive.ecml.at/mtp2/clilmatrix/pdf/1UK.pdf>> (consultado el 3 de marzo de 2020).
- Martín, A. M.^a, Paralela, C., Segovia, M.^a M. y Tenorio, Á. F. (2018). Evaluación y *breakout*. *Anales de ASEPUMA*, 26, 1-11.

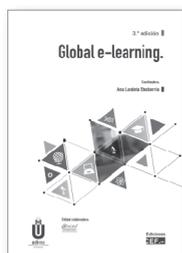
- Mehisto, P. (2012). Criteria for producing CLIL learning material. *Encuentro*, 21, 15-33.
- Mehisto, P., Marsh, D. y Frigols, M. J. (2008). *Uncovering CLIL: Content and Language Integrated Learning in Bilingual and Multilingual Education*. Londres, Inglaterra, Reino Unido: Macmillan.
- Nicholson, S. (2015). *Peeking Behind the Locked Door: A Survey of Escape Room Facilities*. Recuperado de <<http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>> (consultado el 3 de marzo de 2020).
- Noemi, K. (2008). *Games in Teaching English as a Foreign Language: New Methods in Language Learning*. Saarbrücken, Alemania: Verlag Dr. Müller.
- Ormrod, J. E. (2005). Motivación y emoción. En J. L. Posadas (Ed.), *Aprendizaje humano* (pp. 479-509). Madrid, España: Pearson Educación.
- Pajuelo, L. (2018). Escape room: la tendencia que arrasa en las aulas. *Educación 3.0*, 30, 16-17.
- Pitarch, R. (2017). Gamifying content and language integrated learning with serious video-games. *Journal of Language and Education*, 3(3), 107-114. doi: 10.17323/2411-73902017-3-3-107-114.
- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la educación primaria. (BOE 52, de 1 de marzo de 2014, pp. 19.349-19.420).
- Rodríguez, F. y Santiago, R. (2015). *Gamificación: cómo motivar a tu alumnado y mejorar el clima en el aula*. Barcelona, España: Océano.
- Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Teixes, F. (2015). *Gamificación: motivar jugando*. Barcelona, España: Editorial OUC.
- Walsh, A. (2017). *Making Escape Rooms for Educational Purposes: A Wordbook*. Huddersfield, Inglaterra, Reino Unido: Innovative Libraries.
- Wright, A., Betteridge, D. y Buckby, M. (2006). *Games for Language Learning*. (3.ª ed.). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

Publicaciones de interés

Área de Tecnología, Ciencia y Educación

Global e-learning

Ana Landeta Etxebarria
(Coord.)



Esta obra analiza las principales tendencias actuales en el marco de la aplicabilidad de las TIC en diferentes escenarios educativos, así como 20 tecnologías emergentes y varias buenas prácticas asociadas a las mismas con un potencial tecnológico-pedagógico en el corto y medio plazo. Presenta 25 actividades didácticas innovadoras documentadas, realizadas por profesores expertos en el diseño instruccional más novedoso, y 23 proyectos europeos financiados principalmente por la Agencia Ejecutiva de Educación, Audiovisual y Cultura de la Comisión Europea (Education, Audiovisual and Culture Executive Agency [EACEA]) en el marco del programa Erasmus+ que aborda temáticas relacionadas principalmente con la innovación tecnológico-pedagógica.

En esta publicación, como en las anteriores ediciones del estudio internacional de *e-learning* que se lleva a cabo en la UDIMA desde hace varios años, han participado más de 166 instituciones y 56 autores procedentes de 32 países.



Los MOOC: ¿sustituto o complemento de la formación tradicional?

Juan Carlos Aguado Franco

Profesor contratado doctor de la Universidad Rey Juan Carlos
juancarlos.aguado@urjc.es

Este trabajo ha sido seleccionado para su publicación por: doña Elena Faba de la Encarnación, doña Charo Fernández Aguirre, don Melchor Gómez García, doña Laura Rayón Rumayor y don Javier Soriano Camino.

Extracto

Los cursos *online*, masivos y abiertos (*massive open online courses* [MOOC]) representan uno de los máximos exponentes del uso de las nuevas tecnologías en la educación, pues eliminan las barreras físicas y permiten acceder a estudios de altísima calidad de manera gratuita a alumnos procedentes de cualquier rincón del mundo.

Con el objetivo de estudiar si, en este sentido, los MOOC pueden llegar a constituir una amenaza para las universidades tradicionales, o si por el contrario pueden convertirse en una herramienta que permita mejorar la docencia universitaria y facilitar el empleo de metodologías docentes activas, creamos cuatro MOOC de áreas de conocimiento afines y los utilizamos como herramienta para el uso de metodologías como la clase invertida (*flipped learning*) en estudiantes de una misma titulación.

Los resultados muestran una mejora muy notable de las calificaciones de los alumnos debido al uso de los MOOC, y, como usuarios habituales de las nuevas tecnologías que son, valoran muy positivamente el uso de herramientas digitales en la encuesta realizada.

Sin embargo, cuestionados acerca de la forma ideal de docencia, los alumnos prefirieron casi unánimemente el uso conjunto de los MOOC y de la docencia presencial, mostrando reticencias a la docencia llevada a cabo únicamente de forma *online* a través de los MOOC.

Palabras clave: cursos *online*, masivos y abiertos (*massive open online courses* [MOOC]); innovación docente; nuevas tecnologías; clase invertida (*flipped classroom*).

Fecha de entrada: 03-05-2019 / Fecha de aceptación: 15-07-2019

Cómo citar: Aguado Franco, J. C. (2020). Los MOOC: ¿sustituto o complemento de la formación tradicional? *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 41-62.



MOOCs: substitute or complement of traditional training?

Juan Carlos Aguado Franco

Abstract

Massive open online courses (MOOCs) represent one of the greatest exponents of the use of new technologies in education, since they eliminate physical barriers and allow students from any corner of the world to access high quality studies free of charge.

With the aim of studying if, in this sense, MOOCs can become a threat to traditional universities, or if they can become a tool that allows to improve university teaching and facilitate the use of active teaching methodologies, we create four MOOC courses in related areas of knowledge and we use them as a tool for the use of methodologies such as flipped learning in students of the same degree.

The results show a very notable improvement in student grades as a result of the use of MOOCs, and, as regular users of the new technologies that they are, they value the use of digital tools in the survey conducted very positively.

However, when asked about the ideal way to receive teaching, they almost unanimously preferred the joint use of MOOCs with face-to-face teaching, showing reluctance to teaching conducted only online through MOOCs.

Keywords: massive open online courses (MOOCs); teaching innovation; communication technologies; flipped classroom.

Citation: Aguado Franco, J. C. (2020). MOOCs: substitute or complement of traditional training? *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 41-62.



Sumario

1. Introducción
 2. Objetivos
 3. Metodología
 - 3.1. Neuroeducación
 - 3.2. Técnicas narrativas en los vídeos
 - 3.3. Infografías, test y ejercicios interactivos
 - 3.4. Publicación de los MOOC
 4. Resultados
 5. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

1. Introducción

Los MOOC, cuyo desarrollo y expansión se ha producido en la última década gracias a la generalización de internet, representan uno de los máximos exponentes del uso de las nuevas tecnologías en la educación. En efecto, los MOOC eliminan las barreras físicas y permiten acceder a estudios de la máxima calidad de manera gratuita a alumnos procedentes de cualquier rincón del mundo.

Los MOOC eliminan las barreras físicas y permiten acceder a estudios de la máxima calidad de manera gratuita a alumnos procedentes de cualquier rincón del mundo

Durante los últimos años se han publicado numerosos artículos en los que se afirmaba que, en ese sentido, los MOOC iban a constituir un tsunami que acabaría con las universidades tradicionales. Como señala García (2015), Sebastian Thrun, creador de Udacity, fue demasiado lejos en 2012 cuando afirmó que imaginaba que en un futuro próximo no quedarían más de 10 universidades relevantes en el mundo.

Otro enfoque opuesto al anterior consiste en considerar los MOOC como aliados de las universidades tradicionales en lugar de verlos como enemigos (Aguado, 2017a); se trataría, por tanto, de utilizar los MOOC como un instrumento que, empleado convenientemente, puede ayudar notablemente al aprendizaje de los alumnos que cursan sus estudios, ya sea en la modalidad de educación a distancia o en la presencial.

En efecto, se puede constatar que, en esta línea, cada vez es mayor la frecuencia con la que se combina la formación a distancia, llevada a cabo con el apoyo de las nuevas tecnologías, y el aprendizaje presencial tradicional (Gasevic, Kovanovic, Joksimovic y Siemens, 2014; Holotescu, Grosseck, Cretu y Naaji, 2014; Israel, 2015).

Los MOOC son un instrumento que, empleado convenientemente, puede ayudar notablemente al aprendizaje de los alumnos que cursan sus estudios, ya sea en la modalidad de educación a distancia o en la presencial

De hecho, aseguran algunos autores, como Yuan, Powell y Olivier (2014), que usar los MOOC en combinación con la docencia presencial constituye no solamente una estrategia que favorece una mejora de la oferta educativa, sino que también proporciona una manera de desarrollar las competencias digitales de los estudiantes, al mismo tiempo que aumenta la satisfacción de estos, ya que, mayoritariamente, prefieren experiencias de aprendizaje

con un componente más tecnológico que el uso en exclusiva de la mera clase magistral (Mirriahi, Alonzo, McIntyre, Kligyte y Fox, 2015; Nazarenko, 2015).

En este contexto, parece razonable hacerse algunas preguntas como las que plantean Weinhardt y Sitzmann (2019), entre las que figura el cuestionarse si los MOOC son efectivos y cómo podemos maximizar su eficacia, puesto que, si no lo son, no tendría sentido su utilización, y, en el caso de que sí sean efectivos, sería conveniente estudiar de qué manera y con qué metodologías docentes podemos utilizarlos, de forma que ayuden de la mejor forma posible en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los alumnos y garanticen igualmente el mayor grado de satisfacción de estos.

Algunos datos al respecto ya nos los ofrece Li (2019) al identificar diversas variables que pueden predecir el grado de satisfacción de los participantes en uno de estos cursos, como la estrategia de uso, el aprendizaje percibido, el género y el número de MOOC cursados anteriormente, pero, indudablemente, hay dos factores adicionales que inciden en el grado de satisfacción y en la probabilidad de finalizar un MOOC: la participación y la motivación (De Barba, Kennedy y Ainley, 2016).

Por tanto, resultará conveniente analizar los elementos que pueden afectar de manera positiva a la participación; por ejemplo, a través de una efectiva programación de las actividades, del uso de los foros de discusión, así como de conseguir mejorar la motivación, algo que puede incrementarse con la inclusión de instrumentos que resulten atractivos para los alumnos.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo consiste, en primer lugar, en analizar en un caso concreto si el uso de los cursos MOOC puede resultar un complemento de la formación presencial en las aulas que redunde en un mayor nivel de aprendizaje y de satisfacción de los alumnos, en la línea de lo que afirman numerosos expertos internacionales en los artículos de investigación analizados.

No obstante, será necesario enmarcar el uso de los MOOC como herramienta coadyuvante en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de una estrategia que conlleve un cambio en la forma de impartir las clases y de considerar todo el proceso en general, lo que analizaremos en concreto dentro de un modelo de aula invertida.

En segundo lugar, dando finalmente respuesta a la pregunta que sirve como título a este estudio, nos plantearemos si los MOOC pueden llegar a sustituir a la formación presencial, considerando para ello la percepción y las preferencias expresadas por los usuarios de esta modalidad de enseñanza mixta, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos por los alumnos en las calificaciones académicas una vez incorporados los MOOC como instrumento de apoyo a la docencia presencial tradicional.

3. Metodología

Para poder alcanzar los objetivos propuestos, creamos cuatro cursos MOOC (diseñando, elaborando y editando todos sus vídeos explicativos, infografías, pantallas multimedia, test de autocomprensión y de evaluación, lecciones explicadas con todo detalle en archivos con formato pdf, foros, vídeos de ejercicios interactivos, etc.) con contenidos correspondientes a asignaturas del grado de Economía de la Universidad Rey Juan Carlos, la segunda universidad de la Comunidad de Madrid en número de alumnos que ofrece mayoritariamente titulaciones presenciales, pero que cuenta asimismo con un número creciente de titulaciones ofertadas en la modalidad semipresencial o a distancia.

El proceso de elaboración de un curso MOOC tiene una duración variable en función del número de personas que participen en él (número de profesores que lo imparten, técnicos de grabación y edición de vídeos, personal dedicado a la creación de infografías y pantallas multimedia, etc.), pero la suma de todas esas fases de elaboración puede llegar fácilmente a los seis meses de duración.

3.1. Neuroeducación

Con el fin de que los elementos de los MOOC pudieran servir mejor al objetivo de alcanzar un mayor nivel de aprendizaje, en todo el proceso de creación de estos cursos se ha procurado tener presentes los aportes realizados en las últimas décadas desde el ámbito de estudio de la neuroeducación.

En este sentido, a la hora de crear tanto los vídeos como el resto de materiales variados que conforman los MOOC, se han tenido en cuenta los factores que afectan a la atención y al interés de los alumnos.

Así, según demuestra la neurociencia, la forma más directa de despertar la atención, que es un mecanismo indudablemente imprescindible para que se produzca el aprendizaje, es suscitando la curiosidad (Mora, 2013, 2018). Esta faceta la hemos potenciado por distintas vías en los MOOC, tanto con las diferentes herramientas incorporadas en los cursos como en la forma de enfocar los materiales, puntos que explicaremos más adelante.

La forma más directa de despertar la atención, que es un mecanismo indudablemente imprescindible para que se produzca el aprendizaje, es suscitando la curiosidad

Además, como afirma Guillén (2017), la atención no constituye un proceso cerebral único, sino que en esta acción se ven involucradas distintas regiones cerebrales concretas e intervienen variados circuitos cerebrales. La capacidad de concentración es consecuencia de una atención ejecutiva o selectiva, que es la que permite al alumno comprender la resolución de un problema, analizar un texto o seguir una explicación. Por otra parte, hay

que tener en cuenta que esa capacidad de concentración varía, según distintos autores (Tokuhama-Espinosa, 2011), entre los 10 y los 20 minutos, aunque existen importantes diferencias entre los distintos sujetos.

Por este motivo, la inmensa mayoría de los vídeos que se han realizado para los MOOC objeto de este trabajo no superan los 15 minutos. No obstante, es evidente que no se puede transmitir una importante cantidad de información en un vídeo de tan solo 3 o 4 minutos, por lo que se ha procedido a dividir los contenidos en porciones lo bastante pequeñas para que no se pierda la atención de los alumnos, pero creando una cantidad de vídeos lo suficientemente amplia como para recoger y explicar adecuadamente toda la información relevante, incorporándolos en los distintos módulos de los que consta cada MOOC.

Un hecho que ha sido ampliamente estudiado en la literatura especializada es que la variedad estimula la atención. Por este motivo, existen una amplia diversidad de estrategias pedagógicas que son capaces de estimular el cerebro y conseguir captar la atención, siempre con el requisito de que conlleven cambio y novedad. Así, el docente puede utilizar metáforas, historias, actividades que impliquen el análisis de diferencias entre distintos escenarios, ejercicios, etc. (Jensen y Snider, 2013).

En los MOOC de este estudio se ha recurrido a incorporar una amplia variedad de herramientas, tanto en los propios vídeos como en forma de otros contenidos

En consonancia con lo expuesto en los párrafos anteriores, y con el ánimo de conseguir captar y retener la atención de los alumnos, y, por consiguiente, mejorar el aprendizaje, en los MOOC de este estudio se ha recurrido a incorporar una amplia variedad de herramientas, tanto en los propios vídeos como en forma de otros contenidos.

De esta forma, en los vídeos se ha recurrido, por ejemplo, a captar la atención a través de hechos o imágenes sorprendentes. Esto ocurre, por ejemplo, cuando al docente, que está comenzando a explicar la utilización del método científico en el estudio de la economía, le cae una manzana sobre la cabeza (véase figura 1). Obviamente, la manzana no es real y se ha incorporado en el proceso de posproducción del vídeo, pero ayuda a llamar la atención del espectador, quien a partir de ese momento no pierde detalle de lo que ocurre en la pantalla, por si sucede algo extraordinario, de nuevo, más adelante.

Figura 1. Una manzana cae sobre el docente



En ese mismo vídeo, cuando se va acercando a su fin, el docente realiza un truco de magia (véase figura 2), convirtiendo un simple trozo de papel en un billete (sin necesidad de recurrir a trucos de posproducción ni a cortes de imagen). De esta forma, el profesor no solamente consigue ilustrar el concepto económico de la «escasez» –demostrando que él nunca padecerá escasez por tener poco dinero, pues tiene la habilidad de convertir con un soplo, en un momento, un trozo de papel en un billete–, sino que es capaz de obtener y fijar la atención del espectador de cara a los minutos finales del vídeo.

Figura 2. Creación de un billete por arte de magia



Si, como afirman los expertos en neuroeducación, el cerebro, para aprender, necesita emocionarse (Mora, 2013), el uso de la magia es un instrumento muy valioso para desencadenar todo el proceso de aprendizaje, y con ese fin lo hemos utilizado. Así, tras la emoción ante un hecho mágico o sorprendente, surge la curiosidad; a continuación, la curiosidad, inevitablemente, nos lleva a prestar mayor atención; y el hecho de que prestemos mayor atención, lógicamente, ayuda a que, finalmente, se produzca mayor aprendizaje y una memorización más efectiva de lo explicado en ese momento.

3.2. Técnicas narrativas en los vídeos

Con el objetivo de introducir en los vídeos otras herramientas que aportaran más variedad y facilitarían una mayor atención de los alumnos, en línea con lo anteriormente expuesto, se ha recurrido a técnicas narrativas relacionadas con la recreación de situaciones o a la narración de historias.

Se ha recurrido a técnicas narrativas relacionadas con la recreación de situaciones o a la narración de historias

Así, para explicar las distintas situaciones que se pueden producir en la toma de decisiones y valorar cuál sería la decisión óptima ante determinadas circunstancias, se recreó un concurso de televisión simulado en el que el participante debía elegir una caja de entre tres, sabiendo que solamente una de ellas contenía el premio. Tras ello, el presentador, conocedor de cuál era la caja que escondía el premio, abría una caja vacía y daba al concursante la opción de variar su decisión inicial y cambiar de caja (véase figura 3).

Figura 3. Concurso de televisión



Fuente: <<https://youtu.be/1aGqa1ytNYQ>>.

A la finalización del concurso, se ve un primer plano del docente analizando todas las decisiones que el concursante ha ido tomando a lo largo del concurso y explicando si eran correctas o no y los motivos por los que había tomado una decisión errónea, en su caso.

Como se puede entender con facilidad, este tipo de vídeos no solamente tiene el atractivo de la explicación –en este caso de la conocida paradoja de Monty Hall–, sino que nos atrapa con la narrativa propia del concurso

y la intriga de si finalmente el concursante se llevará el premio o no, captando doblemente la atención del espectador y fijando de una manera más efectiva el aprendizaje.

En otro vídeo elaborado para uno de los MOOC de este estudio, se recrea una partida de póquer (véase figura 4). En ella, varios jugadores van siendo eliminados sucesivamente, y, cuando tan solo quedan dos jugadores, hay momentos en los que uno de ellos obtiene información procedente de dos vías: de los tics de su adversario y de poder ver accidentalmente sus cartas ante la torpeza de un camarero que genera una distracción. Finalmente, incluso, puede hacer trampas sacando una carta que lleva escondida.

En esta ocasión, tras la visualización de la partida de póquer, que es una auténtica película con una realización técnica impecable y que cuenta incluso con la participación de una actriz mexicana profesional, el profesor explica el valor de la información que obtiene la jugadora. Así, los tics pueden ser reales o fingidos y, en ese caso, ella no puede tener total certeza de las cartas que lleva su adversario, pero, si puede ver sus cartas, ahí no cabrá duda de cuáles son.

Figura 4. Partida de póquer



Fuente: <<https://youtu.be/giqvkS5i81k>>.

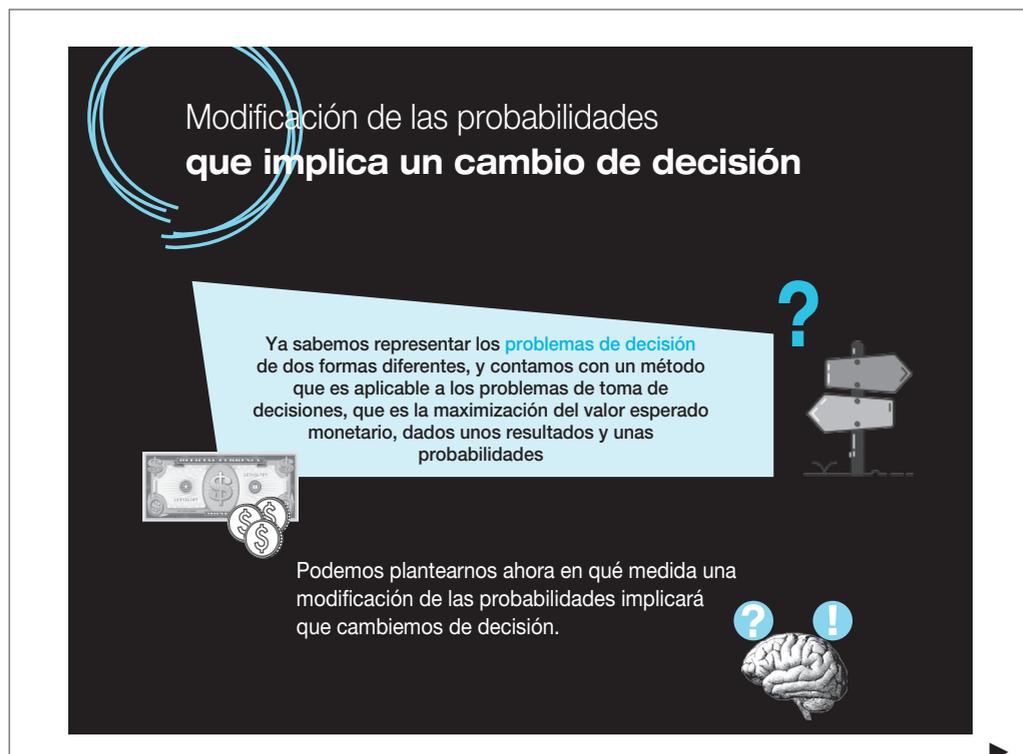
De nuevo, en este vídeo, el docente aparece al final explicando las distintas decisiones que van tomando los jugadores, así como las diferencias en la información –perfecta o imperfecta– que adquiere la protagonista procedente de los tics o de la maniobra de distracción del camarero.

Como explicábamos con el caso del concurso de televisión, la capacidad para retener la atención del espectador con este tipo de vídeos es doble: por los contenidos explicados y por el atractivo de la historia narrada.

3.3. Infografías, test y ejercicios interactivos

Pero los MOOC no son únicamente una sucesión de vídeos. Como explicamos anteriormente, es necesario incorporar otros elementos que faciliten una mayor variedad de recursos explicativos y que eviten la monotonía. Un claro ejemplo lo constituyen las infografías, como la de la figura 5.

Figura 5. Ejemplo de infografía utilizada en uno de los MOOC



Por ejemplo, en el siguiente gráfico

¿Cuál es la probabilidad mínima de que llueva que haría que el agricultor cambiase de decisión y optase por la alternativa B?

Para que el agricultor optase por la alternativa B

El VEM de esta decisión debería ser mayor que el de la alternativa A, por lo que, escribiendo matemáticamente esa condición y despejando, obtenemos el valor de P .

$$\begin{aligned} \text{VEM (B)} &> \text{VEM (A)} \\ 50p + 10(1 - p) &> 40p + 30(1 - p) \\ 40p + 10 &> 10p + 30 \\ p &> 2/3 \end{aligned}$$

Como conclusión

Si la probabilidad fuese...

- ... igual a $2/3$ indiferente
- ... mayor que $2/3$ alternativa B
- ... menor que $2/3$ alternativa A

Fuente: MOOC «Aprende a tomar decisiones económicas acertadas» (Miríadax).

Las infografías son muy útiles para representar la información que de otra forma sería bastante difícil de entender únicamente a través de texto. Así, con un simple golpe de vista se pueden llegar a entender hasta conceptos complicados, además de que son más fáciles de asimilar y de recordar.

Las infografías representan la información de manera muy visual, son capaces de resumir o explicar figurativamente de forma muy atractiva e incorporan mayor variedad en los materiales que componen los MOOC.

Otro de los elementos que incluyen los MOOC, y que tiene relevancia para que los alumnos puedan autoevaluarse y conocer el grado de comprensión de la materia que han adquirido, es el test (véase figura 6).

Figura 6. Ejemplo de un test

The screenshot shows a user interface for a MOOC test. On the left is a sidebar with a list of modules. The main area displays the test questions for 'Módulo 2. Los mercados: oferta y demanda'. The test title is 'Test del módulo 2' with a 'Corregir' button. A light blue box contains a warning icon and the text: 'Para superar este test, has de responder correctamente al menos el 50% de las preguntas.' Below this are several multiple-choice questions. The first question asks about the definition of demand. The second asks about the effect of a price change on demand. The third asks for the name of the surplus when price is above equilibrium. The fourth asks about elasticity. The fifth asks about tax incidence. The sixth asks for equilibrium price and quantity given supply and demand curves.

Activar edición

Módulo 2. Los mercados: oferta y demanda

Test del módulo 2 Corregir

Test del módulo 2

ⓘ Para superar este test, has de responder correctamente al menos el 50% de las preguntas.

La demanda nos indica cuál es la cantidad que los consumidores desean adquirir a cada nivel de precios. Es por tanto la relación entre la cantidad demandada y su precio, *ceteris paribus*.

Verdadero
 Falso

Si varía el precio de un bien, nos desplazamos a lo largo de la función de demanda, pero si se produce una modificación en la renta o en los gustos de los consumidores, o en el precio de bienes complementarios o sustitutivos, se desplazará toda la función de la demanda.

Falso
 Verdadero

La diferencia entre lo que efectivamente abonan los consumidores y lo que hubieran estado dispuestos a pagar recibe el nombre de excedente de los productores.

Verdadero
 Falso

Si el Estado fija un precio máximo, se producirá un exceso de demanda.

Falso
 Verdadero

Una función de demanda será muy elástica si el bien carece de sustitutos y si es de primera necesidad.

Falso
 Verdadero

Cuanto más rígida o inelástica sea una función de demanda, mayor será la traslación del impuesto que consigan hacer los empresarios hacia los consumidores.

Falso
 Verdadero

Si en un mercado las funciones de oferta y demanda se estima que son $Q_o = 300p - 2.000$ y $Q_d = 2.000 - 100p$, el precio de equilibrio será de 10 um y la cantidad de equilibrio será de 1.000 unidades.

Verdadero
 Falso

Fuente: MOOC «Curso fundamental de microeconomía» (Miriadax).

Todos los MOOC empleados en este estudio tienen un test para cada uno de los módulos que los componen, además de un test final de comprensión del conjunto de la materia explicada en el MOOC.

Para que los test incorporados en los MOOC apoyen de manera más efectiva el proceso de aprendizaje, es muy conveniente que incorporen una retroalimentación que explique cuál es la respuesta correcta, en el caso de que se seleccione una respuesta errónea, y, si es posible, cuál es la forma adecuada en la que se tenía que haber enfocado el problema o la cuestión planteada.

Una herramienta que se ha utilizado en los MOOC objeto de esta experiencia han sido los ejercicios interactivos. Se trata de ejercicios que presentan un enunciado de una pregunta o de un problema y proporcionan cuatro respuestas alternativas, y que deben ser resueltos en un tiempo prefijado.

Si se selecciona la respuesta correcta, se avanza a otra pregunta; si la respuesta es errónea, el vídeo nos informa de ello y nos redirige hasta otro vídeo en el que se ofrece una explicación detallada de cómo debía haberse resuelto.

3.4. Publicación de los MOOC

Para poner los MOOC a disposición de los alumnos objeto de esta investigación, así como de todas las demás personas que desearan inscribirse –y que han sido miles de personas procedentes tanto de España como de más de 30 países latinoamericanos–, respetando la filosofía abierta de los MOOC, los alojamos en la plataforma Miríadax tras firmar los correspondientes convenios. La plataforma Miríadax es el principal portal de oferta de cursos MOOC en español y cuenta con varios millones de alumnos inscritos en total.

Los cuatro cursos, que podemos apreciar en la figura 7, han sido incorporados progresivamente a la plataforma desde el mismo momento de su creación, que tuvo lugar en 2013, según se iba llevando a cabo toda la fase de producción de cada uno de ellos, empezando con el MOOC titulado «Curso fundamental de microeconomía», en enero de 2013; posteriormente, el «Curso fundamental de macroeconomía»; después, el curso

Figura 7. Los MOOC utilizados en este estudio



Fuente: Miríadax.

de «Introducción a la teoría de juegos»; hasta completar el proceso con el MOOC titulado «Aprende a tomar decisiones económicas acertadas».

Una vez elaborados y publicados los cuatro MOOC, los pusimos a disposición de los alumnos, proponiéndolos como complemento de la docencia presencial de las asignaturas.

La puesta a disposición de los alumnos de estos cursos ofrece una serie de ventajas que enumeramos a continuación:

- Da la posibilidad de ver los vídeos explicativos antes de acudir al aula, lo que permite a los alumnos, posteriormente, aprovechar mejor las explicaciones.
- Se liberan de la necesidad de estar absolutamente pendientes de tomar apuntes.
- Se les proporciona la posibilidad de practicar, realizando ejercicios de la materia (tanto en formato pdf como interactivos).
- Pueden comentar, contrastar opiniones y enriquecerse de las aportaciones realizadas en el foro por participantes de más de 30 países diferentes.
- Se les proporcionan todos los medios necesarios para poder repasar antes de los exámenes.
- Tienen a su disposición test de autocomprensión de la materia que les permite autoevaluar su grado de asimilación de los contenidos.

Para ello se estableció que los alumnos debían inscribirse y cursar los MOOC como parte de la evaluación de las asignaturas.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis comparativo de las calificaciones obtenidas por los alumnos antes y después de la utilización de los MOOC, permaneciendo constantes el resto de variables (titulación, curso, campus, profesor, tipo y dificultad del examen, etc.). Se les preguntó a los alumnos cuál era su percepción acerca de la calidad de los materiales incorporados en los MOOC y por su preferencia en la forma de impartición de la docencia, desde totalmente presencial hasta totalmente *online*.

4. Resultados

Tanto la tasa de finalización de los MOOC como el grado de satisfacción con la experiencia expresado por los alumnos dependen de muy distintos aspectos, como la fecha de impartición, la planificación del curso, el grado de dificultad de las preguntas de los test, el tiempo estipulado para la realización de las diferentes actividades, el grado de seguimiento y participación del docente y alumnado a través del foro, etc., pero, indudablemente, la ca-

alidad de los materiales incorporados en los MOOC constituye un factor determinante. Por ese motivo, a los estudiantes que participaron en esta experiencia les hicimos una encuesta tipo Likert de cinco niveles para cada uno de los cursos utilizados.

Los resultados, como podemos apreciar en las figuras 8, 9, 10 y 11, fueron ciertamente positivos, como consecuencia de todo el trabajo previo desarrollado de elaboración de contenidos.

Así, como vemos en la figura 8, el 91 % de los alumnos que respondieron a la encuesta opinaron que los materiales aportados en el «Curso fundamental de microeconomía» eran «muy buenos» o «buenos», con tan solo un 9 % que los calificaron como normales.

La encuesta relativa a los contenidos incorporados en el «Curso fundamental de macroeconomía» arrojó unos resultados similares, aumentando en esta ocasión hasta un 96 % el porcentaje de alumnos que consideraron que los contenidos eran «muy buenos» o «buenos» (véase figura 9).

En el caso del curso «Introducción a la teoría de juegos» (véase figura 10), podemos apreciar que la calificación de «muy buenos» otorgada a los materiales incorporados aumentó hasta un 60 %, llegando hasta un 98 % la suma de «muy buenos» y «buenos».

Por último, observamos que los materiales del curso «Aprende a tomar decisiones económicas acertadas» fueron

Figura 8. Percepción de la calidad de los materiales del MOOC «Curso fundamental de microeconomía»

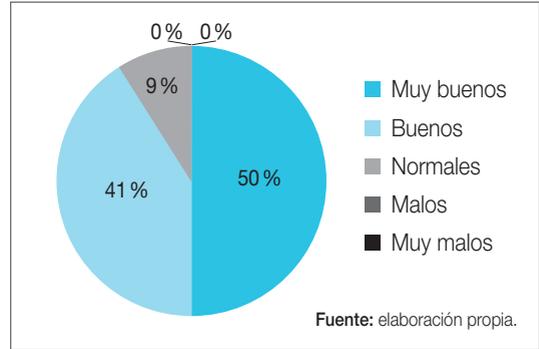


Figura 9. Percepción de la calidad de los materiales del MOOC «Curso fundamental de macroeconomía»

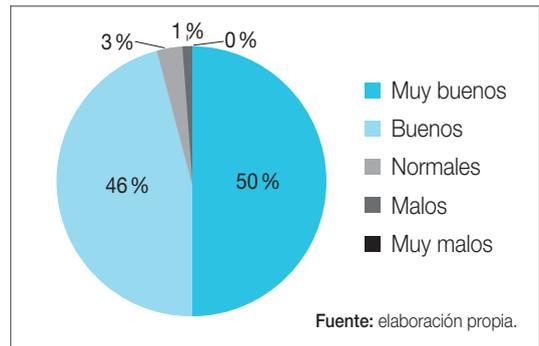
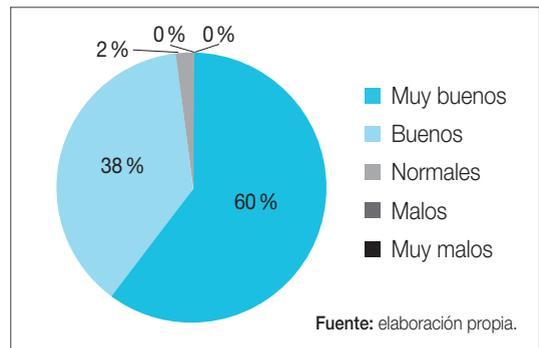


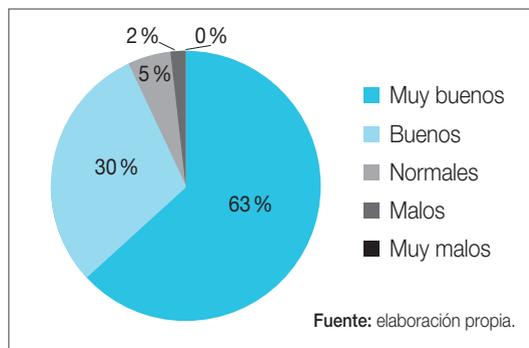
Figura 10. Percepción de la calidad de los materiales del MOOC «Introducción a la teoría de juegos»



los que obtuvieron un mayor porcentaje de calificaciones como «muy buenos», con un 63 %, llegando hasta el 93 % la suma conjunta de «muy buenos» y «buenos» (véase figura 11).

Este incremento en las calificaciones de «muy buenos» puede tener su origen en la mayor incorporación de infografías, pantallas multimedia y test de comprensión de los vídeos que se incorporaron en este curso, respecto a los que formaban parte de los otros cursos que se diseñaron anteriormente.

Figura 11. Percepción de la calidad de los materiales del MOOC «Aprende a tomar decisiones económicas acertadas»



Otro de los objetivos que se pretendían con esta investigación era conocer la forma de docencia preferida por los alumnos, dadas las posibilidades que han surgido en los últimos años gracias a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

El hecho de que hayan surgido estas opciones no necesariamente implica que los alumnos prefieran enfoques en los que se produzca un uso intensivo de instrumentos audiovisuales y en los que se les pueda otorgar a ellos un papel más activo en los procesos de aprendizaje. De hecho, en varios estudios se constata que algunos estudiantes prefieren un aprendizaje más pasivo, como meros receptores de información en las aulas.

Esta pregunta relativa al enfoque de docencia preferido por los alumnos solo puede tener respuesta una vez que los estudiantes han experimentado distintas formas de aprendizaje, pues emitir juicios de valor en abstracto, sin haber tenido un contacto previo con las distintas metodologías o prácticas, podría haber arrojado unos resultados poco fiables por opinar de algo que se desconoce.

En este sentido, puesto que los estudiantes con los que se hizo este trabajo eran alumnos de 2.º curso del grado de Economía, estos ya habían tenido ocasión, en los dos cuatrimestres anteriores, de haber cursado asignaturas en las que el enfoque fuese predominantemente de «pizarra y tiza» o de «explicaciones apoyadas en transparencias».

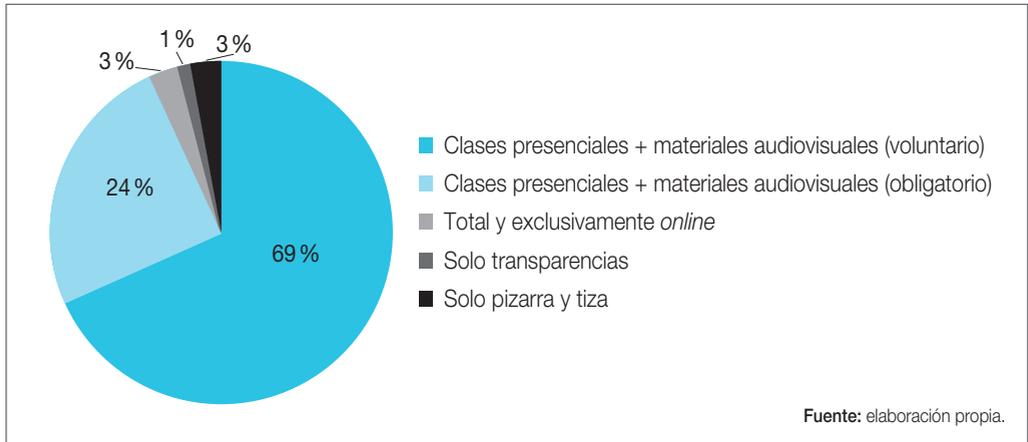
Los resultados de la encuesta fueron inequívocos. Como se puede apreciar en la figura 12, el 93 % de los alumnos prefería una metodología docente que combinara las clases presenciales con materiales audiovisuales, como los que se les proporcionaron a través de los MOOC.

El 93 % de los alumnos prefería una metodología docente que combinara las clases presenciales con materiales audiovisuales, como los que se les proporcionaron a través de los MOOC

Tan solo un 3 % se mostraron partidarios de utilizar únicamente «pizarra y tiza», es decir, recurrir únicamente a clases magistrales que alejan al alumnado del foco del aprendizaje y que dejan el proceso de enseñanza-aprendizaje en manos del profesorado.

Hubo igualmente otro 3 % que se mostró partidario de una docencia total y exclusivamente *online*, algo que en principio carece de sentido cuando se han matriculado en una titulación presencial, aunque podría encontrarse alguna explicación si lo que estaban cursando era un doble grado al que no habrían podido tener acceso en una modalidad totalmente *online*, pero este es un dato que desconocemos y sobre el que no hemos considerado necesario indagar posteriormente, dado que afecta a un porcentaje muy pequeño de los encuestados y el sentir general ha quedado claramente expuesto.

Figura 12. Preferencias manifestadas respecto de la forma de docencia



Algo que resultó bastante llamativo es que una cuarta parte de los encuestados (casi un 25 %) optara por una metodología en la que se considerara obligatorio el uso de esos materiales audiovisuales por parte de los alumnos, en combinación con las clases presenciales, frente a un 69 % que consideró que el uso de los materiales audiovisuales debería ser voluntario.

Una explicación a esta circunstancia puede provenir del hecho de haber utilizado una metodología de clase invertida en la docencia de esas asignaturas.

En la docencia tradicional, el profesor expone la lección y tiene poco tiempo para explicar algún ejercicio en la pizarra, siendo los alumnos quienes tienen que hacer en sus casas el trabajo de resolver más ejercicios para avanzar en la comprensión de la asignatura.

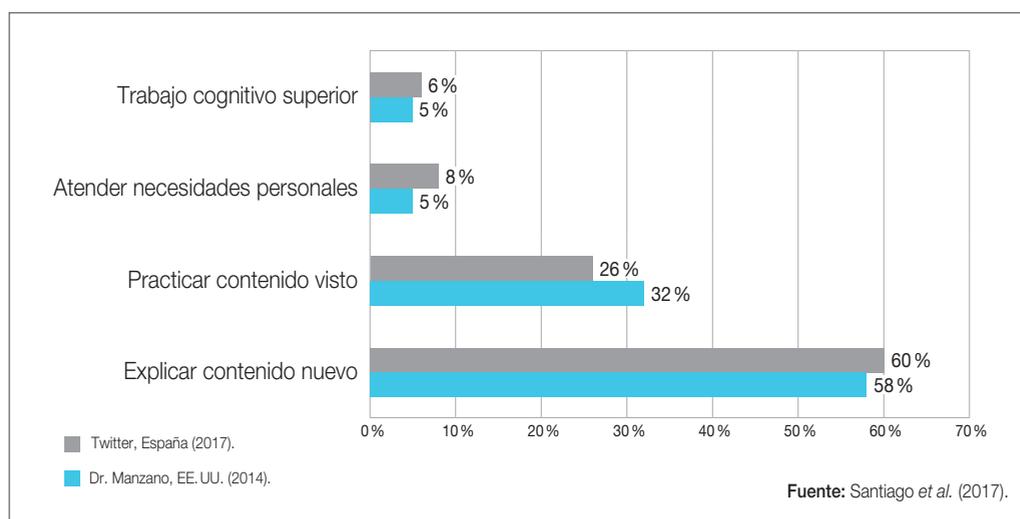
Por el contrario, en la metodología de la clase invertida, los alumnos han de ver en sus casas los vídeos explicativos de la materia antes de asistir a clase (Bergmann y Sams, 2012;

Santiago, Díez y Andía, 2017). De esta forma, el profesor tiene más tiempo para poder detenerse en aclarar aquellos aspectos de más difícil comprensión y para ayudar de una forma más directa y personalizada a los alumnos en la resolución de los ejercicios, que es cuando suelen aparecer las dudas –en la metodología tradicional, dado que los alumnos realizan los ejercicios en casa, no tienen al profesor para resolver las dudas–.

En efecto, según explica la taxonomía de Bloom, en la faceta que hace referencia a los aspectos cognitivos, comenzamos con los niveles más bajos de la pirámide, que implican, en primer lugar, un conocimiento, para luego pasar a la comprensión, la aplicación, el análisis y, finalmente, la evaluación y creación, considerando que el aprendizaje que se produce en los niveles superiores depende de la adquisición de conocimientos y habilidades incorporados en los niveles inferiores. Pues bien, la utilización de la clase invertida nos permitirá claramente dedicar más tiempo a las tareas que tengan que ver con la creación y con la aplicación del conocimiento, que es donde los alumnos van a necesitar más ayuda.

La forma de dar clase tradicional y de repartir el tiempo entre las diferentes tareas que son necesarias para alcanzar el aprendizaje, a diferencia de lo que se puede conseguir con la clase invertida, nos la muestra la figura 13, extraída de Santiago *et al.* (2017). En dicha figura se puede apreciar que tanto en la investigación realizada en Estados Unidos por Marzano en 2014 como en la encuesta realizada en 2017 por Santiago *et al.* a través de Twitter a docentes españoles se aprecia que el porcentaje de tiempo dedicado a exponer y explicar contenidos nuevos está en torno al 60 %, quedando muy poco tiempo, alrededor de un 5 %, para el trabajo cognitivo superior, lo que a veces se llama «aprendizaje profundo», que es el que más ayuda puede requerir por parte de los alumnos.

Figura 13. ¿A qué dedicamos el tiempo en clase?



Sin embargo, con la clase invertida, tenemos mucho más tiempo para esas labores de alto nivel intelectual y para llevar a cabo muchas más actividades. Como Bergmann señala (Santiago y Bergmann, 2018), al ofrecer las clases pregrabadas a los alumnos, se incrementa el grado de implicación de los estudiantes en las asignaturas, las notas mejoran y se dispone de tiempo para realizar un 50 % más de actividades en clase.

En línea con lo expuesto en las experiencias internacionales reseñadas, tras el uso de los MOOC, en nuestro estudio, se apreció una mejora notablemente significativa de las calificaciones de los alumnos y una gran disminución del número de suspensos, mejora que estuvo presente tanto en alumnos presenciales como a distancia, pero que fue más acentuada en los grupos presenciales (véase figura 15) que en los grupos *online* (véase figura 14).

En línea con lo expuesto en las experiencias internacionales reseñadas, tras el uso de los MOOC, en nuestro estudio, se apreció una mejora notablemente significativa de las calificaciones de los alumnos y una gran disminución del número de suspensos

Figura 14. Comparativa de calificaciones de un grupo *online*

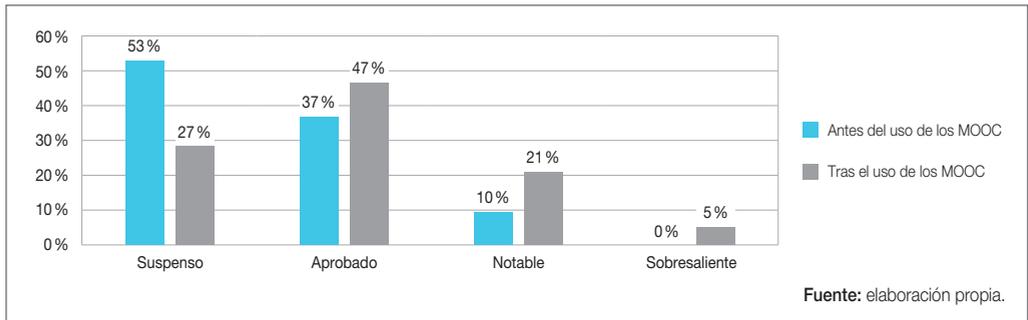
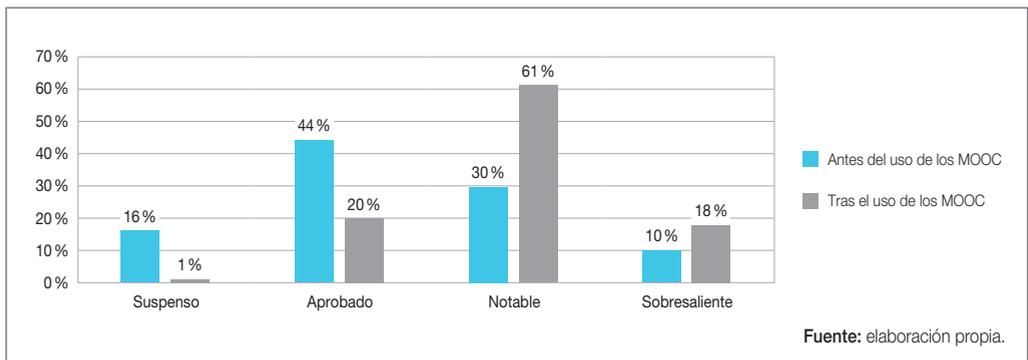


Figura 15. Comparativa de calificaciones de un grupo presencial



5. Conclusiones

Del análisis de los resultados obtenidos y mostrados en este trabajo se deduce, como señala Aguado (2017a), que efectivamente «el MOOC enseña y con el MOOC se aprende» (p. 135), dando con ello respuesta a una pregunta que se plantean varios autores como Bartolomé (2013) y Raposo, Martínez y Sarmiento (2015).

Una de las características de los MOOC es su escalabilidad (Clarke, 2013). Esto quiere decir que, una vez que se ponen en funcionamiento, permiten llegar tanto a una audiencia global como a audiencias más pequeñas a través de materias curriculares. Esta segunda opción, que es la que hemos utilizado en este estudio, es la que permite fusionar las ventajas de la tecnología y el aprendizaje autónomo con las de la interacción cara a cara en las aulas (Yousef, Chatti, Schroeder y Wosnitza, 2015; Conijn, Vand den Beemt y Cuijpers, 2018), creando de esta forma modelos que combinan virtualidad y presencialidad, proporcionando un enfoque pedagógico completo (Zhang, Huang, Wang y Cao, 2018).

En la educación formal, donde las altas tasas de abandono –que son frecuentes en los MOOC– resultarían inaceptables, cada vez es mayor el interés por los diseños educativos que combinan la virtualidad con el aprendizaje presencial (Gasevic *et al.*, 2014; Holotescu *et al.*, 2014; Israel, 2015).

Los MOOC, no obstante, no tienen visos de sustituir a la formación presencial o a la formación a distancia tal como la conocemos actualmente, sino que, utilizados como se ha explicado en este estudio, constituyen un valioso complemento, dado que los usuarios de la formación presencial se muestran mayoritariamente partidarios de una formación mixta (utilizando medios audiovisuales y otros basados en las TIC, junto con las clases presenciales).

Finalmente, hay que reseñar que este ejemplo de los MOOC facilita el empleo de metodologías docentes innovadoras que ponen el foco del aprendizaje en el alumno y que se han mostrado más efectivas, como se ha mostrado en este trabajo, para conseguir unos mejores resultados académicos y un alto nivel de satisfacción del alumnado, como la clase invertida.

En la educación formal, donde las altas tasas de abandono –que son frecuentes en los MOOC– resultarían inaceptables, cada vez es mayor el interés por los diseños educativos que combinan la virtualidad con el aprendizaje presencial

Los MOOC, no obstante, no tienen visos de sustituir a la formación presencial o a la formación a distancia tal como la conocemos actualmente, sino que, utilizados como se ha explicado en este estudio, constituyen un valioso complemento

Referencias bibliográficas

- Aguado Franco, J. C. (2017a). ¿Pueden los MOOC favorecer el aprendizaje, disminuyendo las tasas de abandono universitario? *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20*(1), 125-143.
- Aguado Franco, J. C. (2017b). Visión de los MOOC desde una perspectiva práctica. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20*(1), 31-38.
- Bartolomé, A. (2013). Qué se puede esperar de los MOOC. *Comunicación y Pedagogía, 269-270*, 49-55.
- Barba, P. G. de, Kennedy, G. E. y Ainley, M. D. (2016). The role of students' motivation and participation in predicting performance in a MOOC. *Journal of Computer Assisted Learning, 32*(3), 218-231. doi: <https://doi.org/10.1111/jcal.12130>.
- Bergmann, J. y Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington DC, EE. UU.: International Society of Technology in Education.
- Bradford, W. C. (2011). Reaching the visual learner: teaching property through art. *The Law Teacher, 11*, 1-6.
- Clarke, T. (2013). The advance of the MOOCs (massive open online courses): the impending globalisation of business education. *Education + Training, 55*(4/5), 403-413.
- Conjin, R., Beemt, A. van den y Cuijpers, P. (2018). Predicting student performance in a blended MOOC. *Journal of Computer Assisted Learning, 34*, 615-628.
- García Aretio, L. (2015). MOOC, ¿tsunami, revolución o moda pasajera? *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 18*(1), 9-21.
- Gasevic, D., Kovanovic, V. Jokosimovic, S. y Simens, G. (2014). Where is research on massive open online courses headed? A data analysis of the MOOC research initiative. *The International Review of Research in Open and Distance Learning, 15*(5), 134-176. doi: <http://dx.doi.org/10.19173/irrodl.v15i5.1954>.
- Guillén, J. C. (2017). *Neuroeducación en el aula: de la teoría a la práctica*. Create Space.
- Holotescu, C., Grosseck, G., Cretu, V. y Naaji, A. (2014). Integration MOOCs in blended courses. *Proceedings at the 10th International Scientific Conference on eLearning and software for Education, Bucarest, 24-25*.
- Israel, M. J. (2015). Effectiveness of integrating MOOCs in traditional classrooms for undergraduate students. *International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16*(5), 102-118. doi: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i5.2222>.
- Jensen, E. y Snider, C. (2013). *Turnaround Tools for the Teenage Brain*. San Francisco, EE. UU.: Jossey-Bass.
- Li, K. (2019). MOOC learners' demographics, self-regulated learning strategy, perceived learning and satisfaction: a structural equation modeling approach. *Computers and Education, 132*, 16-30.
- Mirriahi, N., Alonzo, D., McIntyre, S., Kligyte, G. y Fox, B. (2015). Blended learning innovations: leadership and change in one australian institution. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology, 11*(1), 4-16.
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Mora, F. (2018). *Mitos y verdades del cerebro*. Barcelona, España: Paidós Ibérica.
- Nazarenko, A. L. (2015). Blended learning versus traditional learning: what works? (a case

study research). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 200(22), 77-82.

Raposo, M., Martínez, M.^a E. y Sarmiento, J. A. (2015). Un estudio sobre los componentes pedagógicos de los cursos *online* masivos. *Comunicar*, 22(44), 27-35.

Santiago, R. y Bergmann, J. (2018). *Aprender al revés: flipped learning 3.0 y metodologías activas en el aula*. Paidós Educación.

Santiago, R., Díez, A. y Andía, L. A. (2017). *Flipped classroom. 33 experiencias que ponen patas arriba el aprendizaje*. Barcelona, España: Editorial UOC.

Tokuhama-Espinosa, T. (2011). *Mind, Brain, and Education Science. A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching*. W. W. Norton & Company.

Weinhardt, J. M. y Sitzmann, T. (2019). Revolutionizing training and education? Three ques-

tions regarding massive open online courses (MOOCs). *Human Resource Management Review*, 29, 218-225. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hmr.2018.06.004>.

Yousef, A., Chatti, M., Schroeder, U. y Wosnitza, M. (2015). A usability evaluation of a blended MOOC environment: an experimental case study. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(2), 69-93.

Yuan, L., Powell, S. y Olivier, B. (2014). *Beyond MOOCs: Sustainable Online Learning in Institutions*. CETIS, University of Bolton.

Zhang, X., Huang, X., Wang, F. y Cao, X. (2018). Research on MOOC-based blended learning of programming language course. *International Conference on Humanities and Advanced Education Technology (ICHAET 2018)* (pp. 586-591).



Máster en Enseñanza del Español como Lengua Extranjera

Este máster oficial [60 créditos ECTS] tiene una duración normal de 12 meses.

Dirigido a: Titulados universitarios en las distintas áreas de Lenguas Modernas, Filología, Lingüística, Traducción, Ciencias de la Educación, Humanidades, Pedagogía y Ciencias de la Comunicación y profesionales de las lenguas que deseen especializarse en la enseñanza del español como lengua extranjera.

Objetivos: Formar profesionales cualificados en el ámbito de la enseñanza del español como lengua extranjera, dotándolos de un perfil práctico y competitivo que los capacite para realizar adecuadamente y con garantía de éxito su labor profesional, facilitándoles su integración en un mercado laboral de enorme proyección internacional.

Inicio en **octubre** y **febrero** de cada año

www.udima.es | 918 561 699

Nuestro sistema de enseñanza

/ Adaptados al mercado laboral. Adaptados a ti

Mucho más que una universidad a distancia

La Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, es una institución educativa pensada y diseñada para cubrir las necesidades de las personas del siglo XXI: profesionales que demandan una universidad abierta y flexible, y que permita compatibilizar el estudio con las peculiaridades de cada estudiante, que buscan obtener una titulación universitaria reconocida oficialmente y de prestigio, adaptada a Europa y en contacto con el mundo de la empresa, y que facilite, además, una buena inserción laboral o mejore la que ya se posee.



Campus virtual y sistema de evaluación

El proceso de aprendizaje se desarrolla a través de las aulas virtuales de la universidad. Los estudiantes establecen una comunicación directa con sus profesores a través de los foros, el teléfono y otras herramientas telemáticas, como las clases en videoconferencia. Un sistema de evaluación continua, que utiliza las últimas herramientas tecnológicas en el ámbito de la didáctica, nos permite desarrollar una metodología activa que ayuda a nuestros estudiantes a «aprender haciendo».

Profesorado

En la UDIMA, la actuación de los docentes no se limita a la enseñanza, sino que también son «guías y facilitadores». La realización de un seguimiento académico pormenorizado y la personalización de la acción docente hacen de la UDIMA una comunidad de aprendizaje centrada en las personas.

Materiales de enseñanza

Nuestra editorial técnica se encarga de diseñar materiales específicamente creados para el aprendizaje online. Además, utilizamos recursos audiovisuales y material complementario de todo tipo que permiten aprovechar al máximo la experiencia formativa.

Actividades de aprendizaje

Los estudiantes van adquiriendo conocimientos a través de distintas actividades, tanto individuales como en grupo, para ir afianzando los contenidos.

Test de autoevaluación

Pruebas de evaluación online tipo test que, a modo de cuestionarios de autocomprobación, permiten que el estudiante pueda constatar los conocimientos adquiridos en el estudio previo de las unidades didácticas correspondientes.

Actividades de evaluación continua

Este tipo de actividades didácticas son pruebas de evaluación de tipo práctico: casos y trabajos basados en la búsqueda de información, el análisis de situación y la realización y presentación de informes.

Exámenes presenciales

Los exámenes finales semestrales son presenciales y con carácter obligatorio. Este tipo de prueba de evaluación permite verificar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje previstos en cada asignatura.



¿Qué nos **diferencia** de otras **Universidades online?**

La Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, está diseñada para cubrir las necesidades de las personas del siglo XXI: profesionales que demandan una titulación universitaria reconocida oficialmente y de prestigio, adaptada a Europa y en contacto con el mundo de la empresa, y que facilite, además, una buena inserción laboral o mejore la que ya se posee.



Materiales incluidos

El precio del crédito incluye todos los materiales necesarios para estudiar en la Universidad online más cercana. En la UDIMA siempre sabes lo que pagas. Sin sorpresas.



Siempre conectados

Nuestro compromiso es contestar en menos de 48 h a todas tus dudas, para que cumplir tus objetivos te sea más fácil. Siempre estaremos conectados.



Profesores especialistas

Los profesores de la UDIMA no solo son expertos en la materia, sino también especialistas en la enseñanza online.



Materiales adaptados

Contamos con una Editorial propia que desarrolla los libros y carpetas especialmente diseñados para el aprendizaje online, que te llegarán a casa al principio de cada semestre.



Plató de grabación

Contamos con un plató con las últimas tecnologías audiovisuales que nos permiten darte la máxima calidad en las clases en videoconferencia.



Encuentros presenciales

Realizamos talleres, conferencias y prácticas presenciales voluntarias que amplían el contenido de las asignaturas.



Tutor personal

Al inicio del Grado se te asignará un tutor personal que te acompañará todo el tiempo que estés con nosotros para que nunca te sientas solo.



Contacto con empresas

Nuestra Bolsa de Trabajo y Emprendedores te ofrece asesoría individualizada para que puedas potenciar tus cualidades y posicionarte como quieras en el mercado laboral.



Campus propio

Podrás venir a ver a los profesores a las instalaciones de Villalba. Nuestro campus ha ganado el prestigioso Premio Inmobiliario Internacional Asprima-SIMA.



Sedes de examen

Estamos cerca de ti. Además de alrededor de toda España, contamos con sedes en Europa, Asia y América, con especial relevancia en Latinoamérica.



Pago fraccionado

Para que el dinero no sea un impedimento, te ofrecemos la posibilidad de realizar el pago fraccionado o a través de financiación bancaria. Que estudiar sea tu única preocupación.



Convocatoria en septiembre

No es fácil compaginar el estudio con la vida personal y profesional. Por eso tenemos una convocatoria extra en septiembre. Tienes dos oportunidades al año de aprobar cada asignatura.

Ven a estudiar a la Universidad online más cercana



Realidad virtual: impacto en el aprendizaje percibido de estudiantes de Ciencias de la Salud

Sebastián Javier Calderón

Licenciado en Sistemas de Información y desarrollador en el Instituto de Informática y Sistemas (INIS) de la Facultad de Ciencias Económicas y de la Administración de la Universidad Adventista del Plata
sebastian.calderon@uap.edu.ar

Marisa Cecilia Tumino

Doctora en Educación, analista en informática aplicada y secretaria de investigación de la Facultad de Ciencias Económicas y de la Administración de la Universidad Adventista del Plata
marisa.tumino@uap.edu.ar

Juan Manuel Bournissen

Doctor en Tecnologías Educativas: Educación Virtual y Gestión del Conocimiento y director del Sistema Institucional de Educación a Distancia de la Facultad de Ciencias Económicas y de la Administración de la Universidad Adventista del Plata
juan.bournissen@uap.edu.ar

Extracto

Con este estudio se ha pretendido conocer el impacto de la implementación de la realidad virtual (RV) como técnica que refuerza las estrategias de enseñanza y aprendizaje percibido de los estudiantes de nivel superior. La RV permite al estudiante explorar, en un entorno virtual, la realidad representada dinámicamente con funcionalidades que facilitan la manipulación de los componentes que conforman esa realidad. Con la RV el estudiante puede explorar ambientes y situaciones complejas, manipulando los elementos que componen esa realidad. La experiencia desarrollada mediante este estudio con estudiantes de Ciencias de la Salud proporciona datos suficientes para estimar que el recurso utilizado tiene un impacto positivo en el aprendizaje percibido de los estudiantes, ofreciendo una alternativa innovadora como herramienta que robustece las estrategias utilizadas por los docentes de la cátedra involucrada.

Palabras clave: realidad virtual (RV); educación; impacto; aprendizaje percibido.

Fecha de entrada: 26-08-2019 / Fecha de revisión: 12-09-2019 / Fecha de aceptación: 13-09-2019

Cómo citar: Calderón, S. J., Tumino, M. C. y Bournissen, J. M. (2020). Realidad virtual: impacto en el aprendizaje percibido de estudiantes de Ciencias de la Salud. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 65-82.



Virtual reality: impact on the perceived learning of students of Health Sciences

Sebastián Javier Calderón

Marisa Cecilia Tumino

Juan Manuel Bournissen

Abstract

With this study aimed to know the impact of the implementation of virtual reality (VR), as a technique that reinforces teaching and learning strategies, in the perceived learning of higher level students. VR allows the student to explore –in its virtual environment– the reality represented dynamically, with functionalities that facilitate manipulation of the components making up that reality. With VR the student can explore complex environments and situations, manipulating the elements making up that reality. The experience gained through the study, with students of Health Sciences, provides enough data to conclude that the resource used has a positive impact on the students' perceived learning, offering an innovative alternative to the traditional strategies used generally by the course' teachers.

Keywords: virtual reality (VR); education; impact; perceived learning.

Citation: Calderón, S. J., Tumino, M. C. y Bournissen, J. M. (2020). Virtual reality: impact on the perceived learning of students of Health Sciences. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 65-82.



Sumario

1. Introducción
 - 1.1. TIC y educación
 - 1.1.1. La RV como recurso educativo
 - 1.2. La RV en la enseñanza de la medicina
 2. Metodología
 - 2.1. Objetivos e hipótesis de investigación
 - 2.2. Diseño
 - 2.3. Escala de medida
 - 2.4. Participantes
 - 2.5. Materiales empleados
 - 2.6. Procedimientos
 3. Resultados
 4. Discusión y conclusiones
- Referencias bibliográficas

1. Introducción

Botella, García-Palacios, Baños y Quero (2007) conceptúan la RV como una tecnología que crea espacios tridimensionales, simulando la realidad y permitiendo manipular los elementos y los eventos del ambiente virtual que se consideran útiles para lograr los objetivos propuestos. Los autores asocian la RV con un cambio cualitativo respecto a otras tecnologías, puesto que «permite una inmersión total en una simulación de la realidad donde el usuario puede interactuar con el mundo virtual, de una forma similar a como interactúa con el mundo real» (Botella *et al.*, 2007, p. 18).

La realidad virtual ha cobrado popularidad a partir de los años ochenta y noventa del siglo XX como un medio digital para definir rasgos de los entornos generados de manera artificial. Desde los primeros intentos de creación de entornos sensorialmente inmersivos y de los simuladores de

La RV es una tecnología que crea espacios tridimensionales, simulando la realidad y permitiendo manipular los elementos y los eventos del ambiente virtual que se consideran útiles para lograr los objetivos propuestos

vuelo en los años sesenta, la inmersión en entornos virtuales ha dado origen a experiencias que descubren nuevas posibilidades en diversos ámbitos (Rubio-Tamayo y Gértrudix, 2016).

Con la recreación de un laboratorio de RV no solo se ahorra espacio físico, sino que también se evita el riesgo que implica trabajar en un laboratorio tradicional.

Dado que las técnicas derivadas de la RV facilitan el desarrollo de prácticas en todo tipo de situaciones, Obrist y Martínez (2015) sostienen que resultan apropiadas para la formación de los estudiantes en toda disciplina y oficio que requiera destreza.

A partir de las afirmaciones precedentes, se considera relevante proponer una manera de evaluar los resultados derivados de la integración de la RV en la educación de los estudiantes. El «impacto» podría ser un concepto adecuado para identificarlos.

Para definir el concepto de «impacto de un proceso educativo», se toma como modelo la definición de Aguilar (2009): el impacto de un proceso docente-educativo manifiesta su influencia sobre una amplia población, incluyendo a la comunidad, al entorno, al estudiante y a la Administración, afectando a los ámbitos científico-tecnológico, económico, social, cultural e institucional en el mejoramiento profesional y en la superación social.

El término «impacto» se asocia a la revolución de la educación. El hecho de causar un impacto en los estudiantes crea una revolución en el entorno académico y produce en el estudiante un sentimiento de comodidad, a la vez que este se interesa por aprovechar cada vez más las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) disponibles (Villa, 2017).

Tras un estudio de corte cuantitativo, López de la Madrid (2013), analizando el impacto de la integración de las TIC, concluye que, «con la integración de las TIC en la educación superior, los docentes han venido generando nuevas estrategias y actividades que hasta hace pocos años no se tenían contempladas» (p. 29).

Prieto *et al.* (2010) reconocen los impactos del desarrollo y de la implementación de las TIC sobre la universalización de la educación superior como «fuente de información, canal de comunicación e instrumento cognitivo y de procesamiento de la información» (p. 95).

Siguiendo la investigación de Graells (2013), «las TIC deben usarse tanto como recursos de apoyo para el aprendizaje académico de las distintas materias curriculares como para la adquisición y el desarrollo de competencias específicas en TIC» (p. 12). De esta manera se incentiva el aprovechamiento de las TIC, ya que no solo produciría un impacto positivo en los estudiantes, sino que también los ayudaría en su desarrollo profesional.

Los educadores no debieran ser indiferentes a lo que las nuevas tecnologías ofrecen, sino investigar nuevas TIC e implementarlas apropiadamente en el aula como instrumentos útiles para auxiliar la construcción del ambiente áulico.

El impacto que produce la implementación de las TIC permite mejorar la calidad de la enseñanza, tal como afirma Álvarez (2017):

Las TIC están teniendo una gran repercusión en el mundo educativo. Adaptarse a estas nuevas tecnologías es un proceso que se está llevando a cabo lentamente, pero que está permitiendo a muchos docentes mejorar la calidad de la enseñanza (párr. 6).

El impacto que produce la implementación de las TIC permite mejorar la calidad de la enseñanza. Las TIC están teniendo una gran repercusión en el mundo educativo

Se ha observado que la implementación de las TIC en el ámbito académico no solo impacta en el estudiante, sino también en los docentes y en las relaciones entre ellos. En un estudio realizado por Gairín, Castro y Mercader (2017) se constata que las TIC «impactan en la configuración de la relación con los estudiantes, mejoran el clima del aula y fomentan la función de guía del profesor». Asimismo, se destaca «la potencialidad que tienen para facilitar la autogestión del aprendizaje por parte del alumnado» (p. 26).

Dado que el impacto de las TIC debe evaluarse, se considera sustancial partir del concepto de «evaluación de impacto», entendido como «el proceso evaluativo orientado a medir los resultados de las intervenciones, en cantidad, calidad y extensión según las reglas preestablecidas» (Abdala, 2004, pp. 28 y 29). No obstante, para comprender el grado de impacto que estas herramientas pueden ejercer en la educación, en primer lugar, se debe conocer su potencial académico.

1.1. TIC y educación

El rápido progreso de las TIC transforma continuamente la forma de buscar, seleccionar, organizar, elaborar, producir y transmitir los conocimientos, por lo que los sistemas educativos, con sus modelos, métodos y estrategias, han experimentado la necesidad de adaptarse a una sociedad cada vez más integrada en las TIC, puesto que estas tecnologías han impulsado la renovación del contenido de los cursos y de los métodos pedagógicos (Bautista, Martínez e Hiracheta, 2014).

Por «estrategia de enseñanza» puede entenderse, según Díaz-Barriga (2013), los procedimientos que los docentes utilizan con flexibilidad, adaptación, autorregulación y reflexión con objeto de promover el aprendizaje significativo de los estudiantes.

Cabe señalar que los recursos didácticos son importantes, pero solo cuando son integrados adecuadamente al proceso educativo (Blanco, 2012).

Los recursos didácticos permiten crear condiciones favorables en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como lograr mayor eficiencia en la asimilación del conocimiento y en el desarrollo de habilidades y capacidades del estudiante (Cañedo y Cáceres, 2011). Sin embargo, tal y como lo describe Sáez (2010), el rol del docente es considerable respecto al uso de las TIC, puesto que la autonomía pedagógica supone la toma de decisiones respecto de todos aquellos aspectos que conforman el proceso de enseñanza y aprendizaje, incluyendo herramientas y metodologías de enseñanza, por lo que la responsabilidad del éxito o del fracaso pedagógico al integrar las TIC depende en gran medida de las decisiones del docente.

Los recursos didácticos permiten crear condiciones favorables en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como lograr mayor eficiencia en la asimilación del conocimiento y en el desarrollo de habilidades y capacidades del estudiante

Bautista *et al.* (2014) suponen que en el mundo educativo podemos encontrar infinidad de aplicaciones de las TIC, tales como portales o webs educativas, aulas virtuales de enseñanza y aprendizaje, videoconferencias o aplicaciones educativas accesibles a

través de internet. Por ello, la educación requiere replantear los objetivos, las metas, sus pedagogías y sus didácticas a fin de cumplir con la misión de responder a las necesidades del hombre.

Confirmando estas ideas, Díaz-Barriga (2013) sostiene la inminente incorporación de las TIC al aula, proceso que demanda una evaluación de su uso educativo y del sentido didáctico con el que se implementan.

Por estas razones se considera pertinente explorar los beneficios de la implementación de las tecnologías como recurso para robustecer las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Las tendencias de la ciudadanía digital demandan de las instituciones de educación superior mayor flexibilización de procedimientos y de infraestructura para adaptarse a las nuevas modalidades de formación.

De acuerdo con Salinas (2004), para que las instituciones educativas respondan a los desafíos actuales deben revisar sus referentes y «promover experiencias innovadoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje, apoyándose en las TIC y haciendo énfasis en la docencia, en los cambios de estrategias didácticas de los profesores y en los sistemas de comunicación y distribución de los materiales de aprendizaje» (p. 2). Es decir, que debe prestarse especial atención a los procedimientos docentes orientados por las intenciones educativas.

Actualmente, la curiosidad es una de las características que rigen la educación y el aprendizaje. Es por eso que se intenta presentar un recurso novedoso para implementar en el aula, utilizado como una herramienta que robustece el método de enseñanza y aprendizaje. Según Núñez (2016), «la realidad virtual [...] revolucionará las aulas. Los expertos en pedagogía coinciden en que los beneficios de estos avances en el aprendizaje serán suficientemente notorios como para abrirse paso en el sistema educativo» (párr. 1).

1.1.1. La RV como recurso educativo

En los últimos años, la implementación de la realidad virtual ha ido en aumento, incluyendo todas las posibilidades que ofrece en el ámbito educativo. De hecho, el desarrollo educacional ofrece un ambiente propicio para el diseño y la aplicación de la RV gracias a la capacidad de introducir al estudiante en entornos inmersivos multisensoriales donde este puede interactuar, de modo que se estimule su proceso de aprendizaje y se impacte en su formación.

La calidad de la enseñanza demanda la incorporación de diversos recursos y estrategias con el propósito de fomentar en clase un ambiente de aprendizaje participativo, colaborativo, práctico y ameno.

Tal y como sostienen Hilera, Otón y Martínez (1999):

La RV es una tecnología especialmente adecuada para la enseñanza debido a su facilidad para captar la atención de los estudiantes mediante su inmersión en mundos virtuales relacionados con las diferentes ramas del saber, lo cual puede ayudar en el aprendizaje de los contenidos de cualquier materia (p. 8).

Como bien afirman Hilera *et al.* (1999), «[...] la realidad virtual se utiliza para tratar sistemas que no pueden ser manejados en el mundo real» (p. 4). De acuerdo con Vera, Ortega y Burgos (2003), «la realidad virtual es una tecnología aplicable al terreno de la educación debido principalmente a su capacidad de visualizar los procesos en estudio, independientemente de la disciplina a tratar» (p. 16). Estos autores sostienen que, como resultado de investigaciones, se ha demostrado que la curva de aprendizaje es más eficaz y se consigue una mejor asimilación de contenidos cuando se emplean recursos virtuales, dado que los estudiantes emplean más sentidos en el proceso de aprendizaje.

La RV es una tecnología especialmente adecuada para la enseñanza debido a su facilidad para captar la atención de los estudiantes mediante su inmersión en mundos virtuales relacionados con las diferentes ramas del saber, lo cual puede ayudar en el aprendizaje de los contenidos de cualquier materia

Ruiz-Parra, Ángel-Muller y Guevara (2009) señalan que el desarrollo de tecnologías como el aprendizaje virtual pueden facilitar el aprendizaje y desarrollar en los estudiantes las habilidades clínicas requeridas ante situaciones de urgencia, al mismo tiempo que permiten disminuir los riesgos para el paciente, aunque también indican que estas herramientas no sustituyen a los escenarios clínicos reales ni al aprendizaje directo con los pacientes. Por lo tanto, los autores consideran que la inclusión de estos métodos en los procesos de enseñanza y aprendizaje en Ciencias de la Salud puede ser recomendable, sin desestimar el rol del docente.

Como señalan Flores, Camarena y Ávalos (2014), con la RV el estudiante puede enfrentarse a realidades complejas por medio de simulaciones incorporadas a un sistema que permite múltiples sesiones de práctica y una amplia gama de situaciones.

Como antecedente contamos con la investigación de Obrist y Martínez (2015), quienes describen la aplicación de la RV en una experiencia de aprendizaje donde se implementó una aplicación que permitía la interacción entre el usuario y un entorno virtual por medio de una interfaz web. La experiencia enriqueció la percepción del alumno, facilitando su aprendizaje.

De acuerdo con Dávila-Cervantes (2014), en las últimas décadas la simulación ha adquirido un rol relevante desde su inclusión en los diferentes programas educativos de Ciencias de la Salud, lo que ha impactado positivamente en la formación y en el uso del error como un medio de aprendizaje.

El problema más importante que identifican los autores en la formación profesional es que en la gran mayoría de universidades y de centros de enseñanza profesional no se cuenta con equipos adecuados para la educación de los futuros profesionales, quienes, en pocas ocasiones, pueden trabajar en situaciones similares a la realidad durante sus estudios; de modo que la idea de montar un «laboratorio virtual», un entorno controlado, en el que el estudiante o el profesional se puedan desenvolver como si estuvieran en su lugar de trabajo podría ser la solución a este problema.

1.2. La RV en la enseñanza de la medicina

Vázquez-Mata (2008) señala que es hora de provocar un cambio en las metodologías educativas que están siendo aplicadas en la medicina. Una estrategia adecuada, tal como afirma Gutiérrez (2002), podría ser desarrollar un grado avanzado de realismo, utilizando entornos virtuales, ya sea en la formación o en las prácticas profesionales.

El campo de la salud permite recrear cuerpos y estructuras muy definidas y concretas a través de modelos virtuales en 3D (Martel, 2016). Son variadas las facilidades en el aprendizaje que ofrece la RV en diferentes áreas de estudio, como, por ejemplo, el área de la salud. Disponer de una virtualización, donde el estudiante pueda interactuar de forma inmersiva, abre muchas ventanas a la hora de trabajar con el cuerpo humano.

Risk (2015) afirma que, gracias a la RV, los cirujanos cuentan con «una herramienta de planificación interactiva y tridimensional, por lo que pueden planificar detalladamente una cirugía y ensayar antes de su intervención» (párr. 3). La RV es una herramienta tecnológica con la que el estudiante o el profesional pueden trabajar en un entorno controlado, haciendo pruebas sin correr ningún riesgo. Tal y como dice Valeriy (2016), al utilizar esta herramienta, los estudiantes o profesionales pueden ejecutar pruebas funcionales e introducir cambios para modificar el entorno y registrar los parámetros y movimientos virtuales.

En virtud de las controversias que se observan en las diferentes percepciones de los educadores respecto al rol de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, el objetivo de esta investigación fue conocer el impacto de la implementación de la RV en el aprendizaje percibido de los sujetos que operan con ella

Es hora de provocar un cambio en las metodologías educativas que están siendo aplicadas en la medicina. Una estrategia adecuada podría ser desarrollar un grado avanzado de realismo, utilizando entornos virtuales, ya sea en la formación o en las prácticas profesionales

En virtud de las controversias que se observan en las diferentes percepciones de los educadores respecto al rol de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, el objetivo de esta investigación fue conocer el impacto de la implementación de la RV en el aprendizaje percibido de los sujetos que operan con ella.

2. Metodología

La metodología utilizada en este estudio se explica en detalle desde el planteamiento de los objetivos y las hipótesis de investigación.

2.1. Objetivos e hipótesis de investigación

El objetivo principal del estudio fue evaluar el impacto de la implementación de la RV como recurso para reforzar las estrategias de enseñanza de Anatomía en el aprendizaje percibido de los estudiantes de las carreras de la Facultad de Ciencias de la Salud de una universidad del centro de Argentina. Se pretendió establecer un análisis comparativo que permitiera identificar el nivel de impacto de la implementación de la RV en el aprendizaje percibido de los estudiantes respecto al impacto en el aprendizaje percibido causado por la utilización de herramientas tradicionales.

La hipótesis planteada fue si existen diferencias estadísticamente significativas de medias de impacto en el aprendizaje percibido entre los grupos de estudiantes definidos por el tipo de tecnologías implementadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

2.2. Diseño

La investigación revistió un carácter explicativo, sustentado en la administración del instrumento de medición de la percepción del impacto tanto en el grupo experimental como en el de control con el fin de comparar la variable dependiente entre dos grupos definidos por la variable independiente. La variable dependiente fue el impacto de las TIC en la percepción del aprendizaje de los estudiantes en sus dos dimensiones (aprendizaje y estrategias de aprendizaje). La variable independiente fue el grupo, que distinguió a los estudiantes que experimentaron la implementación de la RV, como recursos de refuerzo de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, de aquellos que utilizaron las tecnologías tradicionales, como libros, maquetas, vídeos y presentaciones.

Con la finalidad de medir el impacto de la implementación de la RV en el aprendizaje percibido de los estudiantes, se administró la escala elaborada y validada por Tumino y Bournissen (2019) a dos grupos de estudiantes de las carreras de la Facultad de Ciencias de la Salud de una universidad privada del centro de Argentina. Los grupos estuvieron definidos por el tipo de herramienta tecnológica usada para fortalecer las estrategias de enseñanza en el aprendizaje de la Anatomía. Los estudiantes participantes del grupo experimental utilizaron la RV, mientras que los estudiantes del grupo de control solo observaron las herramientas tradicionales, tales como presentaciones y láminas, para el abordaje de los mismos contenidos.

2.3. Escala de medida

El impacto fue medido mediante la encuesta de nivel de impacto de la implementación de las TIC en el aprendizaje percibido de los estudiantes de Tumino y Bournissen (2019), compuesta por ítems vinculados a la percepción del aprendizaje (con 8 ítems) y por ítems relacionados con estrategias de aprendizaje (con 10 ítems). La escala utilizada en las dos dimensiones oscila entre los siguientes intervalos: 1 (muy en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (neutro), 4 (de acuerdo) y 5 (muy de acuerdo). Para su interpretación, se trabaja con las medias de las puntuaciones correspondientes a cada una de las dos dimensiones de la escala.

Inicialmente, la escala propuesta se confeccionó con 17 ítems, teniendo en cuenta las ideas de Abdala (2004), juntamente con modelos propuestos por Riascos-Erazo, Quintero-Calvache y Ávila-Fajardo (2009) y Balas-Nakash, Rodríguez-Cano, Muñoz-Manrique, Vásquez-Peña y Perichart-Perera (2010). El borrador de la encuesta así obtenida en su primera versión se envió a 12 expertos, quienes, en primera instancia, fueron invitados a evaluar los ítems y a sugerir los cambios que consideraran oportunos (modificación, eliminación o inclusión de ítems). Una vez obtenida la nueva versión de la escala, con 22 ítems, en segunda instancia, se solicitó la valoración de la claridad y pertinencia de cada ítem a fin de obtener evidencias de la validación de contenido. En la etapa final, se verificó el grado de acuerdo entre los 12 expertos que participaron mediante la V de Aiken, como una de las técnicas que permite cuantificar la claridad y pertinencia de cada ítem respecto de un dominio de contenido formulado por jueces. Como resultado se obtuvieron puntuaciones superiores a 0,80, excepto en dos ítems que fueron eliminados del cuestionario, quedando 20 ítems en la nueva versión.

En la siguiente etapa del proceso de validación del constructo de la escala de evaluación del impacto en el aprendizaje percibido de los estudiantes, se procedió a aplicar la escala a una muestra piloto de 122 estudiantes. Con los datos obtenidos se aplicó el análisis factorial exploratorio, utilizando la rotación Varimax. La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin fue de 0,946 y la prueba de esfericidad de Bartlett estuvo asociada a $p < 0,05$, lo que evidenció la adecuación de la muestra para el análisis.

El análisis de componentes principales generó un modelo de dos dimensiones que reflejaba una estructura compuesta por 8 ítems vinculados al aprendizaje y por 10 ítems relacionados con estrategias de aprendizaje. Se encontró que dos de los ítems de la escala presentaban complejidad factorial, puesto que cargaban con la misma fuerza en los dos factores representantes del modelo, por lo que fueron eliminados de la escala (15 y 16).

El factor de aprendizaje quedó integrado por los ítems 1, 2, 4, 8, 10, 12, 13 y 14, mientras que el factor de estrategias de aprendizaje fue representado por los ítems 3, 5, 6, 7, 9, 11, 17, 18, 19 y 20.

Se analizó la confiabilidad de los dos factores identificados, obteniendo un coeficiente alfa de Cronbach superior a 0,9 en ambos casos, lo que prueba la consistencia interna de las dos subescalas.

2.4. Participantes

La muestra estuvo compuesta por estudiantes de 18 a 23 años procedentes de distintas carreras que cursaban Anatomía en la Facultad de Ciencias de la Salud de la universidad donde se desarrolló el estudio. El grupo experimental estuvo compuesto por 55 estudiantes que cursaban la actividad curricular de Anatomía, pertenecientes a las carreras de Medicina, Kinesiología y Enfermería, de los cuales un 58 % eran mujeres, y un 42 %, varones.

El grupo de control se conformó por 57 estudiantes de las mismas carreras, de los cuales un 57 % eran mujeres, y un 43 %, varones.

En ambos grupos se aplicó la escala de percepción de impacto de Tumino y Bournissen (2019) con el propósito de obtener los datos que intervinieron en el análisis estadístico.

2.5. Materiales empleados

Para la implementación de la experiencia se utilizaron los siguientes materiales:

- Ordenador Intel Core i5 de séptima generación, con 8 GB de RAM, 1 TB de disco duro y una placa de vídeo GTX 1060 de 6 GB.
- Lentes HTC VIVE VR System Dual AMOLED 3,6" diagonal con una resolución de 1.080 x 1.200 píxeles por cada ojo (2.160 x 1.200 píxeles combinados), con una tasa de refresco de 90 Hz y un campo de visión de 110 grados.

En el equipamiento de RV, emplazado en el Laboratorio de Anatomía de la Facultad de Ciencias de la Salud, se instalaron dos *softwares* distintos, enfocados al área de la anatomía:

- Sharecare VR, desarrollado y distribuido por la empresa Sharecare Inc., focalizado al estudio de los órganos internos del cuerpo humano y sus patologías.
- 3D Organon VR Anatomy, desarrollado y distribuido por la empresa Medis Media, que permite desarticular el cuerpo humano en su totalidad, mostrando diferentes vistas y movimientos del sistema óseo.

2.6. Procedimientos

Una vez obtenidas las autorizaciones de los responsables de la unidad académica de Ciencias de la Salud, se instaló el equipamiento de RV en el aula destinada para ello. Con el fin de crear el ambiente de aprendizaje con RV, el equipamiento se instaló en el Laboratorio

de Anatomía de la Facultad de Ciencias de la Salud, con los dos *softwares* especializados de anatomía mencionados previamente, que ofrecen la posibilidad de visualizar cada órgano y operar a partir de las diferentes patologías.

Posteriormente, se invitó a estudiantes de las diferentes carreras que cursaban Anatomía a participar de forma voluntaria para conformar ambos grupos de estudio. Los estudiantes pertenecientes al grupo experimental tuvieron la oportunidad de manipular individualmente el equipo de RV en el entorno de los *softwares* propuestos para el estudio de la anatomía. Cabe mencionar que el estudio no se enfocó en las estrategias didácticas empleadas para la enseñanza de la anatomía, dado que el objetivo se centró en conocer el impacto del empleo de la RV en el aprendizaje percibido de los participantes.

Una vez concluida la práctica, los estudiantes del grupo experimental respondieron la encuesta, mientras que los estudiantes del grupo de control la cumplimentaron sin pasar por la experiencia.

Una vez recolectados los datos, se procedió a aplicar las pruebas estadísticas a fin de comparar las medias de impacto en sus dos dimensiones (aprendizaje percibido y estrategia de aprendizaje percibida) entre los dos grupos de estudiantes diferenciados por las tecnologías aplicadas en el ámbito de aprendizaje.

3. Resultados

Antes de presentar los resultados obtenidos tras el análisis de los datos, describiremos brevemente las reacciones satisfactorias de los estudiantes al contemplar las funcionalidades de los *softwares* vistos desde la RV. Los estudiantes que tuvieron la oportunidad de manipular el equipamiento manifestaron interés en investigar dentro del campo virtual los contenidos estudiados en clase, lo que permite sugerir que la tecnología promueve el interés por la profundización de los temas tratados y facilita su aprendizaje.

Se observó que los estudiantes comparaban el uso de la RV con la utilización de maquetas o dibujos, generando un impacto positivo en ellos al ver la anatomía humana desde un escenario virtual.

Se compararon las medias de impacto percibido en sus dos dimensiones (aprendizaje percibido y estrategia de aprendizaje percibida) entre los dos grupos participantes.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra permitió constatar la distribución de las variables. Mientras que la estrategia de aprendizaje percibida mostró una distribución compatible con la distribución normal ($p > 0,05$), la dimensión de aprendizaje percibido se diferenció de esta distribución ($p < 0,05$).

A) Subhipótesis nula H_{01}

No existen diferencias estadísticamente significativas de rangos promedios de impacto en el aprendizaje percibido entre los grupos de estudiantes definidos por el tipo de tecnologías implementadas como herramientas de refuerzo de las estrategias de enseñanza y aprendizaje (RV o tecnologías tradicionales).

Se aplicó la prueba U de Mann-Whitney y se encontró una diferencia significativa de rangos promedios (RP) de impacto en el aprendizaje percibido entre los dos grupos ($Z = -6,7$; $p < 0,05$). El rango promedio de impacto en aprendizaje percibido resultó mayor en el grupo de estudiantes que experimentó la implementación de la RV (77,37), en contraste con el grupo que no utilizó la RV (36,36).

Dada la robustez de la prueba T para muestras independientes, se replicó el análisis con esta técnica y se encontró una diferencia significativa de medias de impacto entre los dos grupos ($t_{(110)} = 7,78$; $r = 0,59$). La media de impacto en aprendizaje percibido resultó mayor en el grupo de estudiantes que experimentó la implementación de la RV ($M = 4,61$; $DE = 0,37$), en contraste con el grupo que no utilizó la RV ($M = 3,69$; $DE = 0,79$).

El tamaño del efecto es grande, explicando más del 25 % de la varianza total de los niveles de impacto ($r = 0,59$), lo que mostró que los equipos de RV pueden actuar como refuerzo de las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

B) Subhipótesis nula H_{02}

No existen diferencias estadísticamente significativas de medias de impacto percibido en la estrategia de aprendizaje entre los grupos de estudiantes definidos por el tipo de tecnologías implementadas como herramientas de refuerzo de las estrategias de enseñanza y aprendizaje (RV o tecnologías tradicionales).

Con el objetivo de poner a prueba la hipótesis, se aplicó la prueba T para muestras independientes y se encontró una diferencia estadísticamente significativa de media de estrategia de aprendizaje percibido entre los grupos ($t_{(110)} = 9,50$; $r = 0,67$; $p < 0,05$). La mayor media de impacto en estrategia de aprendizaje percibido se obtuvo en el grupo de estudiantes que experimentaron con RV ($M = 4,58$; $DE = 0,41$), en contraste con el grupo que nunca utilizó la RV ($M = 3,45$; $DE = 0,78$).

El tamaño del efecto revela que el modelo explica más del 25 % de la varianza total del impacto ($r = 0,67$), lo que permite inferir que la implementación de la RV puede fortalecer las estrategias de enseñanza y aprendizaje en el ámbito educativo.

4. Discusión y conclusiones

Se reconoce que en los últimos años la tecnología se ha integrado en la educación y, consecuentemente, ha suministrado herramientas de soporte estratégico en el proceso de enseñanza y aprendizaje para facilitar la construcción de conocimientos. Sin embargo, desde el punto de vista pedagógico, el grado de éxito de estas iniciativas depende en gran medida de la capacidad docente para diseñar la formación curricular, integrando apropiadamente la tecnología en las experiencias de aprendizaje tanto personalizado como colaborativo.

Del análisis de los datos obtenidos, se ha concluido que existe una diferencia estadísticamente significativa de medias de impacto, tanto en el aprendizaje percibido como en las estrategias de aprendizaje percibidas, entre los dos grupos estudiados. El grupo de 57 estudiantes que nunca tuvieron contacto con los equipos de RV mostró una media, en el factor de aprendizaje percibido, de 3,69, con una desviación estándar de 0,79; mientras que el grupo de 55 estudiantes que tuvieron la posibilidad de usar el equipo de RV, obtuvo una media en el mismo factor de 4,61, con una desviación estándar de 0,37. Respecto del factor de estrategias de aprendizaje percibidas, se encontró que en el primer grupo de 57 estudiantes se obtuvo una media de 3,45, con una desviación estándar de 0,78; mientras que el segundo grupo de 55 estudiantes mostró una media de 4,58, con una desviación estándar de 0,40.

Si bien en los datos recabados se encontraron algunas valoraciones en torno a la neutralidad o al desacuerdo, la restricción del tiempo destinado a la manipulación del equipo podría haber significado una limitación en la percepción del potencial que ofrecen estas herramientas como oportunidades para crear los escenarios de aprendizaje.

De las observaciones de los investigadores, resulta relevante destacar el entusiasmo que los estudiantes manifestaron por explorar el entorno virtual con fines educativos. La reacción más recurrente en las observaciones fue la de asombro durante la navegación y exploración de las funcionalidades en el entorno virtual, donde los estudiantes destacaron la calidad de las representaciones anatómicas visualizadas. Estas manifestaciones fueron atesoradas como un estímulo para continuar mejorando los ámbitos de enseñanza y las estrategias ofrecidas a los estudiantes con el objetivo principal de brindarles las mejores oportunidades de formación profesional. En armonía con Levis (1997):

Sin negar las evidentes ventajas que ofrece el uso de las técnicas de simulación y comunicación digital en la enseñanza, consideramos que en demasiadas ocasiones se suelen ignorar tanto las necesidades como los comportamientos de los alumnos, que son en última instancia quienes han de sacar provecho de estas herramientas (p. 17).

Fue este el objetivo que impulsó este estudio y, a partir de las observaciones y de los resultados obtenidos, es posible inferir que la RV se presenta como un recurso recomendable para reforzar las estrategias de enseñanza y aprendizaje en el aula y en las prácticas profesionales.

Se encontró que el impacto causado por la RV en el aprendizaje percibido de los estudiantes, desde sus dos dimensiones, es mayor ($M = 4,61$ y $M = 4,58$) en comparación con el observado en las tecnologías tradicionales ($M = 3,69$ y $M = 3,45$), efecto que explica más del 25 % de la varianza total.

Los resultados se encuentran en concordancia con Vera *et al.* (2003), quienes afirman que la implementación de la RV facilita a los profesores su tarea de impartir clases mostrando de una forma más interactiva los contenidos de sus asignaturas. No obstante, y en concordancia con los estándares de competencia en TIC para docentes elaborados en 2008 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), para lograr la integración de las TIC en la educación se requiere la capacidad de los docentes para estructurar el entorno de aprendizaje, adecuar las tecnologías con estrategias pedagógicas y promover la dinámica y el aprendizaje colaborativo.

Referencias bibliográficas

- Abdala, E. (2004). *Manual para la evaluación de impacto en programas de formación para jóvenes*. Montevideo, Uruguay: Cinterfor.
- Aguilar, M. Á. (2009). *El impacto de la carrera de economía de la BUAP en el mercado laboral: la visión de los egresados de la generación 1995-2000*. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Álvarez, A. F. (2017). Ventajas y riesgos de las TIC en educación. *Nubemia*. Recuperado de <<https://www.nubemia.com/ventajas-y-riesgos-de-las-tic-en-educacion/>> (consultado el 18 de abril de 2019).
- Balas-Nakash, M., Rodríguez-Cano, A., Muñoz-Manrique, C., Vásquez-Peña, P. y Perichart-Perera, O. (2010). Tres métodos para medir la adherencia a un programa de terapia médica y nutrición en mujeres embarazadas con diabetes y su asociación con el control glucémico. *Revista de Investigación Clínica*, 62(3), 235-243. Recuperado de <<https://www.mediagraphic.com/pdfs/revinvcli/nn-2010/nn103g.pdf>> (consultado el 7 de agosto de 2019).
- Bautista Sánchez, M.^a G., Martínez Moreno, A. R. e Hiracheta Torres, R. (2014). El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico. *Ciencia y Tecnología*, 14, 183-194. Recuperado de <<https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cyt/article/view/217/111>> (consultado el 17 de julio de 2019).
- Blanco Sánchez, M.^a I. (2012). *Recursos didácticos para fortalecer la enseñanza-aprendizaje de la economía*. (Trabajo fin de máster). Valladolid, España: Universidad de Valladolid.
- Botella Arbona, C., García-Palacios, A., Baños Rivera, R. M.^a y Quero Castellano, S. (2007). Realidad virtual y tratamientos psicológicos. *Cuadernos de Medicina Psicosomática y Psiquiatría de Enlace*, 82, 17-31.
- Cañedo Iglesias, C. M. y Cáceres Mesa, M. (2011). *Fundamentos teóricos para la implementación de la didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje*. Cuba: Universidad de Cienfuegos «Carlos Rafael Rodríguez».

- Dávila-Cervantes, A. (2014). Simulation in medical education. *Investigación en Educación Médica*, 3(10), 100-105. Recuperado de <<https://www.elsevier.es/es-revista-investigacion-educacion-medica-343-pdf-S2007505714727334>> (consultado el 3 de febrero de 2019).
- Díaz-Barriga, Á. (2013). TIC en el trabajo del aula: impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 14(10), 3-21.
- Flores Cruz, J. A., Camarena Gallardo, P. y Ávalos Villarreal, E. (2014). La realidad virtual, una tecnología innovadora aplicable al proceso de enseñanza de los estudiantes de ingeniería. *Apertura*, 6(2), 86-99. Recuperado de <<http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/547/369>> (consultado el 2 de septiembre de 2019).
- Gairín Sallán, J., Castro Ceacero, D. y Mercader Juan, C. (2017). *El impacto de las TIC en el aula desde la perspectiva del profesorado*. Bellaterra, Saradañola del Vallés, Barcelona, España: Fundación Mapfre/Universitat Autònoma de Barcelona. Recuperado de <<https://www.cdilmadrid.org/wp-content/uploads/2017/11/tics-en-el-aula.pdf>> (consultado el 7 de marzo de 2019).
- Graells, P. M. (2013). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. *3C TIC*, 2(1), 1-15. Recuperado de <<https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/01/impacto-de-las-tic.pdf>> (consultado el 13 de diciembre de 2018).
- Gutiérrez Maldonado, J. (2002). Aplicaciones de la realidad virtual en psicología clínica. *Aula Médica Psiquiatría*, 4(2), 92-126. Recuperado de <<http://www.ub.edu/personal/rv/realidadvirtual.pdf>> (consultado el 7 de junio de 2019).
- Hilera, J. R., Otón, S. y Martínez, J. (1999). *Aplicación de la realidad virtual en la enseñanza a través de internet*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/28076459_Aplicacion_de_la_Realidad_Virtual_en_la_ensenanza_a_traves_de_Internet> (consultado el 19 de noviembre de 2018).
- Levis, D. (1997). *Realidad virtual y educación*. Recuperado de <<https://docplayer.es/33253453-Diego-levis-realidad-virtual-y-educacion.html>> (consultado el 15 de octubre de 2018).
- López de la Madrid, M.^a C. (2013). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el docente universitario: el caso de la Universidad de Guadalajara. *Perspectiva Educacional*, 52(2), 4-34. Recuperado de <<http://www.redalyc.org/pdf/3333/333328170002.pdf>> (consultado el 19 de junio de 2019).
- Martel Díaz, M. (2016). Realidad virtual y educación, un futuro prometedor. *oJúLearning*. Recuperado de <<https://ojulearning.es/2016/09/realidad-virtual-y-educacion/>> (consultado el 12 de noviembre de 2018).
- Núñez, P. (2016). Realidad virtual: así transformará el sistema educativo. *EIMundo.es*. Recuperado de <<https://www.elmundo.es/andalucia/2016/04/28/57223250ca47418b128b4651.html>> (consultado el 17 de octubre de 2018).
- Obrist Bertrand, V. U. y Martínez Jara, E. A. (2015). *Aplicación de la realidad virtual en una experiencia de aprendizaje*. Ciudad del Este, Paraguay: Facultad Politécnica-UNE.
- Prieto Díaz, V., Quiñones la Rosa, I., Ramírez Durán, G., Fuentes Gil, Z., Labrada Pavón, T., Pérez Hechavarría, O. y Montero Valdés, M. (2010). Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación y nuevos paradigmas del enfoque educativo. *Educación Médica Superior*, 25(1), 95-102. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412011000100009> (consultado el 8 de mayo de 2019).

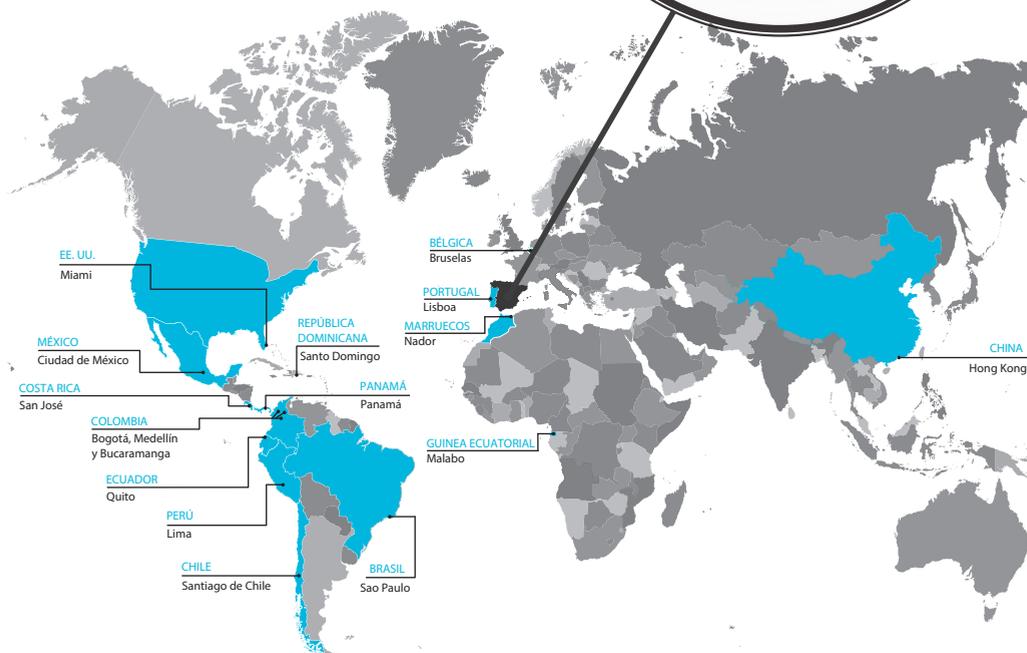
- Riascos-Eraza, S. C., Quintero-Calvache, D. M.^a y Ávila-Fajardo, G. P. (2009). Las TIC en el aula: percepciones de los profesores universitarios. *Educación y Educadores*, 12(3), 133-157. Recuperado de <<https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/1536/1841>> (consultado el 11 de septiembre de 2018).
- Risk, M. (2015). Realidad virtual al servicio de la medicina. *Conicet*. Recuperado de <<https://www.conicet.gov.ar/realidad-virtual-al-servicio-de-la-medicina/>> (consultado el 14 de mayo de 2018).
- Rubio-Tamayo, J. L. y Gértrudix Barrio, M. (2016). Realidad virtual (HMD) e interacción desde la perspectiva de la construcción narrativa y la comunicación: propuesta taxonómica. *Icono14*, 14(2), 1-24. doi: 10.7195/ri14.v24i2.965.
- Ruiz-Parra, A. I., Ángel-Muller, E. y Guevara, Ó. (2009). La simulación clínica y el aprendizaje virtual. Tecnologías complementarias para la educación médica. *Revista de la Facultad de Medicina*, 57(1), 67-79. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-00112009000100009&lng=en&nrm=iso> (consultado el 14 de mayo de 2018).
- Sáez López, J. M. (2010). Utilización de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje, valorando la incidencia real de las tecnologías en la práctica docente. *Revista Docencia e Investigación*, 20, 183-204. Recuperado de <<https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/8298>> (consultado el 10 de julio de 2018).
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 1(1), 1-16. Recuperado de <<http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf>> (consultado el 23 de julio de 2019).
- Tumino, M. C. y Bournissen, J. M., (2019). Integration of information and communication technologies (ICT) in the classroom and its impact on students: construction and validation of measurement scales. *Journal of Educational Research and Innovation (JERI)*, 13, 62-73. Recuperado de <<https://www.upo.es/revistas/index.php/JERI/article/view/4586/3973>> (consultado el 30 de agosto de 2019).
- UNESCO. (2008). *Estándares de competencia en TIC para docentes*. Recuperado de <<http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>> (consultado el 13 de febrero de 2019).
- Valeriy, K. (2016). *Realidad virtual para simplificar el diagnóstico del Parkinson y la esclerosis múltiple*. Madrid, España: Europa Press. Recuperado de <<https://www.infosalus.com/asistencia/noticia-realidad-virtual-simplificar-diagnostico-parkinson-esclerosis-multiple-20160904091751.html>> (consultado el 7 de octubre de 2018).
- Vázquez-Mata, G. (2008). Realidad virtual y simulación en el entrenamiento de los estudiantes de medicina. *Educación Médica*, 11, 29-31. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1575-18132008000500006> (consultado el 20 de septiembre de 2018).
- Vera Ocete, G., Ortega Carrillo, J. A. y Burgos González, M.^a Á. (2003). La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. *Etic@net*, 2, 1-17. Recuperado de <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6871642>> (consultado el 27 de agosto de 2018).
- Villa Múnica, D. S. (2017). Tic y formación virtual, el impacto de la tecnología en la educación. *ElMundo.com*. Recuperado de <<https://www.elmundo.com/noticia/Tics-y-formacion-virtualel-impacto-de-la-tecnologia-en-la-educacion/356538>> (consultado el 24 de julio de 2019).

Sedes de examen

/ *Dónde puedes examinarte*

— Sedes España —

- A Coruña
- Alicante
- Aranda de Duero (Burgos)
- Barcelona
- Bilbao
- Collado Villalba (Madrid)
- Córdoba
- Las Palmas de Gran Canaria
- Madrid
- Málaga
- Mérida (Badajoz)
- Murcia
- Oviedo
- Palma
- Santander
- Sevilla
- Tenerife
- Valencia
- Vigo
- Zaragoza



— Sedes extranjero —

- Bélgica (Bruselas)
- Brasil (Sao Paulo)
- Chile (Santiago de Chile)
- China (Hong Kong)
- Colombia (Bogotá, Medellín y Bucaramanga [sede no permanente])
- Costa Rica (San José)
- Ecuador (Quito)
- Guinea Ecuatorial (Malabo)
- Marruecos (Nador [sede no permanente])
- México (Ciudad de México)
- EE. UU. (Miami)
- Panamá (Panamá)
- Perú (Lima)
- Portugal (Lisboa [sede no permanente])
- República Dominicana (Santo Domingo)

Magisterio de Educación Infantil

Hoy en día los centros educativos tienen una imperiosa necesidad de disponer de personal especializado, capaz de hacer frente a las necesidades educativas de la etapa infantil, de acuerdo con los conocimientos ya logrados por las diversas ciencias que hoy se ocupan de los niños en los primeros años de su vida, así como de los logros relativos al desarrollo de la inteligencia, la emocionalidad y la formación de la personalidad temprana, resultantes de estudios recientes sobre el desenvolvimiento de la mente infantil.

Magisterio de Educación Primaria

Son objetivos de la educación primaria, entre otros: conocer y apreciar los valores y las normas de convivencia, aprender a obrar de acuerdo con ellas, prepararse para el ejercicio activo de la ciudadanía y respetar los derechos humanos, así como el pluralismo propio de una sociedad democrática. También, desarrollar hábitos de trabajo individual y de equipo, de esfuerzo y responsabilidad en el estudio, así como actividades de confianza en uno mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés y creatividad en el aprendizaje.

Menciones en los grados de Magisterio de Educación Infantil y de Magisterio de Educación Primaria

Mención en Lengua Inglesa

Mención en Pedagogía Terapéutica

Mención en Audición y Lenguaje

Mención en Tecnología Educativa

Mención en Enseñanza de la Religión Católica

Curso de adaptación al grado

Este curso de adaptación al grado ofrece a los maestros diplomados en la Especialidad de Educación Infantil o Primaria la posibilidad de obtener formación en campos determinados dentro del ejercicio profesional docente en estas etapas, a través de las menciones cualificadoras mencionadas anteriormente.

El objetivo principal del plan de estudios de este curso de adaptación al grado es contribuir a la actualización de la formación de los maestros diplomados. La aplicación de las TIC a la educación y de líneas pedagógicas innovadoras, fruto de la investigación en educación, hacen necesaria la actualización de los conocimientos didácticos de los diplomados y la formación de los maestros en investigación e innovación.

Al finalizar el curso de adaptación se obtiene el título de grado en Magisterio de Educación Infantil o en Magisterio de Educación Primaria.

La docencia en la etapa de educación infantil o primaria es una profesión regulada. Los graduados en Magisterio de Educación Infantil o en Magisterio de Educación Primaria tienen como principal salida profesional el trabajo como profesores en estas etapas, tanto en centros públicos como concertados y privados.

Si bien otras salidas profesionales para estos títulos pueden ser:

- Participación en proyectos educativos de organismos e instituciones (centros culturales, museos, asociaciones, ONG, etc.).
- Centros de educación para adultos.
- Centros de ocio y tiempo libre.
- Participación en programas de extensión educativa (actividades extraescolares, actividades de apoyo, etc.).
- Diseño y elaboración de materiales didácticos.
- Participación en proyectos de atención a la infancia y familiar.



Desarrollo y estructura factorial de un instrumento de actitud hacia el uso de la tecnología para la enseñanza y la investigación en docentes universitarios

Sonia Janeth Romero Martínez

Profesora ayudante doctora del Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de Educación a Distancia
sjromero@psi.uned.es

Francisco David Guillén Gámez

Profesor doctor de la Facultad de Educación de la Universidad de Almería
dguillen@ual.es

Xavier Giovanni Ordóñez Camacho

Profesor contratado doctor del Departamento de Investigación y Psicología en Educación de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid
xavor@ucm.es

María Josefa Mayorga Fernández

Profesora titular del Departamento de Didáctica y Organización Escolar de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga
mjmayorga@uma.es

Extracto

La actitud del profesorado hacia las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) puede ser determinante para la integración de las mismas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El objetivo de esta investigación es proponer un nuevo instrumento, de tres factores, para medir la actitud de los docentes universitarios y profundizar en sus propiedades psicométricas. La muestra está compuesta por 867 docentes universitarios. El análisis de datos incluye análisis factorial exploratorio (AFE), análisis factorial confirmatorio (AFC) y análisis de fiabilidad. Los resultados del AFE y del AFC proporcionan evidencias de un buen ajuste del modelo de primer y segundo orden e índices de fiabilidad apropiados. El presente trabajo contribuye a una mejor comprensión de las dimensiones subyacentes a las actitudes hacia las TIC en esta población.

Palabras clave: educación superior; profesorado universitario; análisis factorial; actitudes hacia las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Fecha de entrada: 29-08-2019 / Fecha de revisión: 27-09-2019 / Fecha de aceptación: 07-10-2019

Cómo citar: Romero Martínez, S. J., Guillén Gámez, F. D., Ordóñez Camacho, X. G. y Mayorga Fernández, M.^a J. (2020). Desarrollo y estructura factorial de un instrumento de actitud hacia el uso de la tecnología para la enseñanza y la investigación en docentes universitarios. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 85-111.



Development and factorial structure of an attitude instrument towards the use of technology for teaching and research in university teachers

Sonia Janeth Romero Martínez

Francisco David Guillén Gámez

Xavier Giovanni Ordóñez Camacho

María Josefa Mayorga Fernández

Abstract

The attitude of teachers towards information and communication technology (ICT) can be decisive for their integration in the teaching-learning process. The objective of this research is to propose a new instrument, of three factors, to measure the attitude of university teachers and deepen their psychometric properties. The sample is composed of 867 university teachers. Data analysis includes exploratory factor analysis (EFA), confirmatory factor analysis (CFA) and reliability analysis. The results of the EFA and the CFA confirmed evidence of a good fit of the first and second order model and good reliability indices. The present work contributes to a better understanding of the underlying dimensions of attitudes towards ICTs in this population.

Keywords: higher education; university teachers; factor analysis; attitudes towards information and communication technology (ICT).

Citation: Romero Martínez, S. J., Guillén Gámez, F. D., Ordóñez Camacho, X. G. y Mayorga Fernández, M.^a J. (2020). Development and factorial structure of an attitude instrument towards the use of technology for teaching and research in university teachers. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 85-111.



Sumario

1. Introducción
 - 1.1. Las actitudes en educación tecnológica
 - 1.2. Componentes de la actitud
 - 1.3. Medición de la actitud
 2. Materiales y método
 - 2.1. Participantes
 - 2.2. Procedimiento
 - 2.3. *Software*
 - 2.4. Instrumento
 3. Resultados
 - 3.1. Análisis factorial exploratorio
 - 3.2. Análisis factorial confirmatorio
 - 3.3. Análisis de fiabilidad
 - 3.4. Descripción de las puntuaciones
 4. Discusión
- Referencias bibliográficas

1. Introducción

Las profesiones del siglo XXI se enfrentan a demandas cambiantes y requieren nuevas competencias, más amplias y más sofisticadas que las requeridas hasta ese momento, especialmente en el ámbito docente (Redecker, 2017). Por ello, y centrando el interés en el ámbito educativo, es de resaltar que la gran proliferación y ubicuidad de los dispositivos y de las aplicaciones tecnológicas emergentes demandan que los docentes desarrollen una adecuada competencia digital (Gudmundsdottir y Hatlevik, 2018; Helleve, Grov Almås y Bjørkelo, 2019; Kelentrić, Helland y Arstorp, 2017).

Las nuevas habilidades procedimentales, cognitivas y actitudinales requeridas a los profesores actualmente están creando desafíos en los métodos de trabajo de los docentes en contextos pedagógicos, didácticos e investigativos. Es más, es tal la importancia de la formación permanente del profesorado en educación superior que el Informe Horizon 2017 apuesta por el desarrollo y aprendizaje educativo de áreas como la tecnología de análisis, la inteligencia artificial, la robótica o la gamificación (Becker *et al.*, 2017).

Uno de los aspectos clave en la integración exitosa de las tecnologías emergentes en la educación es la actitud por parte de los docentes (Lawrence y Tar, 2018; Meerza y Beauchamp, 2017; Tondeur, Aesaert, Prestridge y Consuegra, 2018), ya que, si estas son positivas, se consigue que el alumnado lleve a cabo un proceso de enseñanza y aprendizaje más eficiente, especialmente de cara a los trabajos cualificados que la sociedad del futuro requiere (Nübler, 2018). Aunque en la literatura científica (Alshammari, Reyes Jr. y Parkes, 2016; Hue y Ab Jalil, 2013; Prior, Mazanov, Meacheam, Heaslip y Hanson, 2016) se considera que los docentes universitarios con actitudes positivas y que se sienten cómodos hacia la tecnología tienen más probabilidades de usar eficientemente dicha tecnología en su enseñanza, son pocos los estudios que en los últimos años han focalizado su interés en conocer las actitudes del docente universitario.

Lawrence y Tar (2017) afirman que las actitudes que tienen los maestros hacia las TIC tienen un efecto en el aprendizaje de sus alumnos. Por lo tanto, si los maestros quieren usar la tecnología con éxito en sus clases, deberían tener una actitud positiva hacia el uso de la tecnología (Meerza y Beauchamp, 2017). De la misma manera, Alshammari *et al.* (2016) concluyen que dicha actitud se desarrolla en los estudiantes cuando los maestros se sienten lo suficientemente cómodos con la tecnología, saben usarla en toda su potencialidad y saben diseñar metodologías basadas en TIC. Es por este motivo que resulta fundamental contar

con una medida apropiada de las actitudes hacia el uso pedagógico de las TIC que permita a la comunidad universitaria conocer el grado de actitud de los docentes y generar programas de intervención.

El término «actitud» proviene del latín «*actitudo*» y se refiere al comportamiento que tiene un individuo hacia un asunto o situación determinada (objeto actitudinal) en función de sus experiencias previas y a lo que ha aprendido (Alshammari *et al.*, 2016). En otras palabras, la actitud es una forma de respuesta ante algo que es previamente conocido. Por consiguiente, la actitud puede ser influida por factores biológicos y psicológicos, pero especialmente sociales o aprendidos (Centeno y Cubo, 2013; Hinojo, Fernández y Aznar, 2002).

Las actitudes empezaron a ser definidas de forma teórica en la década de los ochenta del siglo XX y su definición no ha cambiado radicalmente en los últimos años; por ejemplo, Summers (1986) afirma que la actitud es la suma total de inclinaciones y sentimientos humanos, prejuicios y distorsiones, nociones preconcebidas, temores y convicciones hacia el objeto actitudinal. Estas inclinaciones se pueden observar empíricamente en el comportamiento del sujeto y en sus manifestaciones verbales, que pueden reflejar opiniones negativas o positivas. Esta propuesta enmarca, desde los mismos inicios de la definición de «actitud», la idea de que se pueden desarrollar medidas de autoinforme que reflejen y permitan evaluar las actitudes de las personas hacia diversos objetos y situaciones.

Ubillos, Mayordomo y Páez (2003) plantean que se trata de un constructo y como tal es un concepto teórico adoptado de manera deliberada y consciente para un propósito científico especial. Para estos autores, una actitud es una predisposición organizada en la mente humana que permite a las personas pensar, sentir, percibir y comportarse hacia un objeto o situación actitudinal.

Más recientemente, Ayub (2017) define las actitudes como las opiniones que una persona posee respecto a los objetos, a las personas o a algún problema. Las actitudes influyen de manera significativa en el pensamiento social del individuo y pueden contribuir en su comportamiento, por lo que también se pueden definir como una forma de respuesta hacia una situación u objeto actitudinal que depende de las experiencias previas que las personas tienen con respecto a dicho objeto. Es por ello que las actitudes son relativamente permanentes, aunque se pueden llegar a modificar mediante otros aprendizajes (Eiser y Van der Pligt, 2015).

1.1. Las actitudes en educación tecnológica

Gal, Ginsburg y Schau (1997) definen la «actitud» en el contexto educativo como la suma de emociones y sentimientos que se experimentan por primera vez durante el periodo de aprendizaje de una disciplina y que son relativamente estables, aunque pueden cambiar con el tiempo mediante programas de aprendizaje.

Las actitudes de los profesores hacia la tecnología, al igual que las actitudes en general, suelen ser estables, se pueden graduar según su intensidad (oscilando desde un polo negativo hasta uno positivo) y se expresan a través de opiniones o sentimientos, gustos o disgustos. Las actitudes hacia la tecnología en docentes suelen surgir en las primeras experiencias de los profesores con el uso pedagógico de las mismas y, aunque tienden a ser favorables en un principio, pueden evolucionar de manera negativa con el paso del tiempo si no se tiene una formación apropiada o si se tienen experiencias negativas con la facilidad de uso (Estrada, Bazán y Aparicio, 2013).

Las actitudes de los profesores hacia la tecnología, al igual que las actitudes en general, suelen ser estables, se pueden graduar según su intensidad (oscilando desde un polo negativo hasta uno positivo) y se expresan a través de opiniones o sentimientos, gustos o disgustos

Semerci y Aydin (2018) o Scherer, Tondeur, Siddiq y Baran (2018) afirman que la actitud o la creencia del profesorado sobre las TIC puede ser determinante para aceptar o rechazar la integración de las mismas en la educación de sus estudiantes y que, además, dicha integración está determinada por la utilidad, la facilidad de uso percibida y las experiencias previas con el uso de la tecnología (Marbán y Mulenga, 2019; Sánchez-Mena, Martí-Parreño y Aldás-Manzano, 2018).

1.2. Componentes de la actitud

Desde un enfoque tradicional, diversos autores han establecido una clasificación que estructura el concepto de «actitud», diferenciando tres componentes: afectivo, cognitivo y comportamental (Breckler, 1984; Maio, Haddock y Verplanken, 2018; Norman, 1975; Ostrom, 1969).

Şahin-Kizil (2011) y Siragusa y Dixon (2008) definen el componente «afectivo» como los sentimientos y emociones que un individuo percibe sobre una situación determinada. Estos sentimientos pueden ser negativos, positivos o neutros y se gradúan según su nivel de intensidad. En otras palabras, los sentimientos no se clasifican en solo dos categorías (negativos o positivos), sino que se miden en una escala que es más negativa en un extremo, más positiva en el otro y en el centro de halla la neutralidad.

González-Sanmamed, Sangrà y Muñoz-Carril (2017), Shah y Empungan (2015) y Zhang, Aikman y Sun (2008) afirman que las actitudes cognitivas están fundamentadas en las creencias y valores que poseen los individuos, los cuales están condicionados por sus experiencias vitales. Esta dimensión corresponde a la información cognoscitiva que tiene la persona sobre el objeto actitudinal, lo que sabe o cree saber de dicho objeto, su manera de representarlo y las categorías que lo componen. Para influir en esta dimensión es necesario aportar conocimientos nuevos al individuo porque, por un lado, la información que reciben las personas influye en su actitud, pero, a su vez, la actitud influye en la forma como perciben

y aprehenden lo que les rodea. Algunas veces los individuos tergiversan la información que reciben para que encaje mejor en sus creencias y opiniones ya establecidas (Briñol, Gandarillas, Horcajo y Becerra, 2014).

Por otro lado, las actitudes comportamentales se relacionan con el comportamiento e intención de los individuos cuando se encuentran ante una determinada situación y deben actuar para intervenir en ella (Ursavas, Bahçekapılı, Camadan e İslamoğlu, 2015). Es una predisposición para desarrollar una determinada conducta. Para influir en esta dimensión es necesario aplicar programas de aprendizaje conductual mediante refuerzos y sanciones.

Al centrar el interés en el docente universitario hay que tener presente que la docencia y la investigación están presentes en todas las definiciones que se aportan sobre las funciones básicas del profesorado universitario (Hernández, 2002), pero, como se ha podido comprobar, existen investigaciones que intentan medir la actitud hacia las TIC en la docencia, pero no se han encontrado estudios que midan la actitud hacia las TIC en relación a la investigación.

1.3. Medición de la actitud

A pesar de la existencia de este modelo y de su expansión teórica, tras realizar una revisión de los instrumentos empleados en la investigación científica para medir o evaluar las actitudes hacia las TIC del docente universitario, se confirma, por un lado, que no existen instrumentos enfocados a la valoración de las actitudes de los docentes universitarios atendiendo a sus componentes afectivos, cognitivos y conductuales, puesto que los estudios existentes se han focalizado en otras etapas educativas. Y, por otro lado, que los instrumentos existentes no poseen un análisis psicométrico para estudiar sus propiedades de medida o para analizar su estructura interna a través de análisis factoriales.

Por ejemplo, Wahyuni (2018) evaluó las actitudes hacia el uso de la tecnología en 55 maestros de educación primaria y secundaria, específicamente en el área de lengua extranjera. Utilizaron un instrumento basado en los tres componentes de la actitud: afectivo, cognitivo y comportamental (modelo ACC). El componente «afectivo» estaba compuesto por las preferencias, gustos y disgustos de los maestros sobre la tecnología. El componente «cognitivo» incluía atributos relacionados con la utilidad percibida y la facilidad de uso. El componente «comportamental» estaba enfocado a la eficiencia en el uso de la tecnología. Sin embargo, el instrumento de medición utilizado por estos autores carecía de las necesarias y correctas propiedades psicométricas requeridas, ya que los únicos análisis que los autores realizaban de este instrumento eran diferentes análisis descriptivos.

Investigaciones similares fueron realizadas por Rosen, Carrier, Miller, Rokkum y Ruiz (2016). Los autores no analizaron la estructura factorial de los ítems, sino que solo midieron descriptivamente los aspectos afectivos y cognitivos. Valdés-Cuervo, Arreola-Olivarria, Angulo-Armenta, Carlos-Martínez y García-López (2011) elaboraron un cuestionario para

medir la actitud hacia las TIC de 148 docentes de educación básica en México. Dicho instrumento fue sometido a un análisis factorial con un método de rotación oblicua, y se obtuvo un índice de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de 0,89, lo cual mostraba la efectividad del modelo para medir dicho constructo, aunque centrado en docentes de educación primaria. De manera similar, Judi, Mohamed y Noor (2016) analizaron los tres factores que componen la actitud en una muestra de 39 docentes de educación secundaria. Los autores analizaron la fiabilidad y validez de contenido de las puntuaciones. Encontraron fiabilidad adecuada (consistencia interna) y presentaron evidencias de validez por cinco jueces expertos, sin embargo, no recolectaron evidencia de validez de constructo (análisis factorial).

Por su parte, Abdullah, Ziden y Chi Aman (2015) analizaron las actitudes hacia la tecnología en una muestra de 800 estudiantes universitarios. También estudiaron la validez del contenido mediante el criterio de expertos para establecer el número final de elementos que formaban parte del instrumento. Sin embargo, este estudio carece de un análisis factorial que confirme el modelo propuesto. Igual sucede con la herramienta INCOTIC (Gisbert y González, 2011), puesto que dicha herramienta carece de análisis factorial a pesar de estar validada mediante el juicio de expertos para conocer, entre otros constructos, la actitud de estudiantes universitarios hacia las TIC. En contraste, Mirete, García-Sánchez y Hernández (2015) elaboraron un cuestionario para analizar la actitud de 1.906 estudiantes de la Universidad de Murcia. Dicho instrumento no solo se focalizaba en la actitud hacia las TIC, sino también en el conocimiento y en el uso. Fue denominado ACUTIC, configurado por 31 ítems, de los cuales 7 se focalizaban en la actitud. El instrumento resultante poseía un buen nivel de fiabilidad (0,891), siendo dicha fiabilidad en la dimensión «actitud» de 0,869. Tras realizar un análisis factorial de componentes principales se concluyó que en la dimensión «actitud» los 7 ítems incluidos saturan en un único factor, el cual explica un 56,37 % de la varianza total. Por otro lado, Ordóñez y Romero (2016) analizaron la estructura factorial de un instrumento para medir las actitudes hacia la tecnología en una muestra de 1.231 estudiantes universitarios mediante el AFC. Encontraron un buen ajuste de modelo y cargas factoriales significativas, sin embargo, este instrumento fue creado para medir la actitud de los estudiantes y no de los docentes universitarios.

En contextos de educación superior, hay pocos estudios que analizan la actitud hacia la tecnología utilizando el modelo ACC y no existe literatura científica reciente en el contexto español. Tejedor, García-Valcárcel y Prada (2009) analizaron (con una muestra de 177 docentes universitarios) la fiabilidad de un instrumento sobre las actitudes hacia las TIC. Sin embargo, la investigación se centra en presentar evidencias de la validez de constructo y criterio de las puntuaciones obtenidas. De la misma manera, Jegede, Dibú-Ojerinde e Ilori (2007) buscaron predecir el nivel de competencia digital de 146 docentes de educación superior a partir de un instrumento de 21 ítems clasificados en los tres factores del modelo ACC; sin embargo, su objetivo era predecir la competencia digital y no analizar el instrumento de medida.

Por las razones expuestas anteriormente, esta investigación tiene como objetivo principal diseñar y desarrollar un instrumento para medir las actitudes hacia la tecnología de los

docentes universitarios y analizar sus propiedades psicométricas. El instrumento se basa en el modelo ACC e incluye ítems de las dos facetas principales del trabajo del docente universitario: la enseñanza y la investigación.

Los objetivos secundarios de esta investigación son los que enunciamos a continuación:

- Recopilar evidencia de validez de constructo mediante análisis factorial exploratorio y confirmatorio.
- Analizar la fiabilidad de las puntuaciones.
- Presentar una versión final del instrumento que puede utilizarse con fines educativos y de diagnóstico.
- Realizar un análisis descriptivo de las puntuaciones de los docentes universitarios que componen la muestra, tanto en el test general como en cada una de las dimensiones que lo componen.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal diseñar y desarrollar un instrumento para medir las actitudes hacia la tecnología de los docentes universitarios y analizar sus propiedades psicométricas

2. Materiales y método

2.1. Participantes

La población para esta investigación corresponde a todos los docentes de educación superior de España. Según el último informe del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MICIU, 2019), en España había 120.383 profesores universitarios en el curso académico 2018/2019. Para llevar a cabo el presente estudio se realizó una búsqueda exhaustiva del correo electrónico de docentes universitarios tanto de universidades públicas como privadas ubicadas en todo el país hasta conseguir por lo menos un 10 % de la población total. Se lograron conseguir 12.538 (aproximadamente un 10 % de la población). Se envió el instrumento a esta lista de correos solicitando su participación, por lo que la muestra no ha sido probabilística. La tasa de respuesta fue del 9,6 % (1.206 docentes). Dicha muestra se redujo a 867 docentes tras eliminar casos atípicos. La muestra está compuesta por 415 mujeres con un rango de edad de 24 a 69 años ($m = 46,56; \pm 9,55$); y 452 hombres con un rango de edad entre 24 y 73 años ($m = 48,47; \pm 10,34$).

La distribución por áreas del personal docente refleja que el 47,75 % ($n = 414$) pertenece al área de ciencias sociales; el 21,11 % ($n = 183$), al área de ciencias y tecnologías experimentales; el 18,80 % ($n = 163$), al área de ciencias de la salud; y el 12,34 % ($n = 107$), para ciencias humanas. El 12,23 % ($n = 106$) de la muestra trabaja en universidades privadas, y el

87,77 % ($n = 761$), en universidades públicas. El 14,5 % de la muestra tiene 4 años o menos de experiencia en enseñanza universitaria; el 21 %, entre 5 y 10 años; el 20,6 %, entre 11 y 19 años; y el 43,9 % tiene 20 o más años de experiencia como docente.

2.2. Procedimiento

La presente investigación se realizó en varias fases que se describen a continuación.

A) Fase I. Diseño del cuestionario

En esta fase se diseñó el cuestionario de actitudes hacia la tecnología para la enseñanza y la investigación (CAT-EI). El CAT-EI se elaboró siguiendo un sistema de dimensiones, indicadores e ítems basados en las contribuciones de autores como Abdullah *et al.* (2015), Judi *et al.* (2016), Ordóñez y Romero (2016), Tejedor *et al.* (2009), Wahyuni (2018) y Rosen *et al.* (2016), adaptando la teoría del modelo ACC a la medida de las dos facetas principales del trabajo de los docentes universitarios: la investigación y la enseñanza. De esta manera, el instrumento fue configurado por dos dimensiones de actitud: actitudes afectivas, cognitivas y comportamentales para la enseñanza (ACC-E) y actitudes afectivas, cognitivas y comportamentales para la investigación (ACC-I).

Para desarrollar el instrumento, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- En base a la literatura previa y a la definición de «actitud», y siguiendo el modelo ACC, el equipo de investigación elaboró 15 ítems para cada dimensión de las descritas anteriormente (5 afectivos, 5 cognitivos y 5 comportamentales).
- Para reunir la evidencia de validez de contenido, estos 30 ítems fueron evaluados por un grupo de tres expertos, docentes del área de tecnología educativa de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA. Cada experto evaluó individualmente, usando una escala de 1 a 5, la relevancia, la claridad y la correspondencia con la dimensión esperada de cada ítem. Una vez que se recopilaron y analizaron los juicios, se conservaron aquellos ítems en los que todos los jueces coincidían favorablemente, excluyendo aquellos en los que la evaluación de todos fue desfavorable.
- Después de este proceso, la prueba se redujo a 18 ítems: 9 para la dimensión ACC-E (actitudes afectivas, cognitivas y comportamentales para la enseñanza), donde la puntuación máxima que se podía alcanzar era de 45 puntos; y 9 para la dimensión ACC-I (actitudes afectivas, cognitivas y comportamentales para la investigación), donde la puntuación máxima que se podía alcanzar también era de 45 puntos.

Esta es la versión del instrumento que se utilizó para el AFE y el AFC presentados en este estudio. Los 18 ítems que finalmente se analizaron se presentan en el cuadro 1 de la sección de resultados.

B) Fase II. Aplicación del cuestionario

Se solicitó la participación voluntaria de los docentes para contestar el cuestionario enviándoles un correo electrónico que incluyó un consentimiento informado con la explicación de los objetivos de la investigación y la garantía del procesamiento anónimo de los datos.

C) Fase III. Análisis de datos

Se analizaron los datos usando cuatro procedimientos que se explican a continuación:

- **AFE.** Se realizó un análisis inicial con los 18 ítems que componen el instrumento hasta llegar a una solución de 17 ítems. Se usó como entrada al análisis la matriz de correlaciones policóricas. Autores como Gadermann, Guhn y Zumbo (2012) sugieren que, cuando se trata con datos ordinales, la utilización de matrices policóricas es la elección más recomendable. Dicha matriz se examinó posteriormente utilizando el test de esfericidad de Barlett, las pruebas de Steiger y Jennrich y el índice KMO para detectar la adecuación del análisis. Para extraer los factores se usó el método MINRES (Harman y Jones, 1966), ya que no requiere la estimación inicial de las comunales y es muy eficiente en términos computacionales (Ferrando y Anguiano, 2010). Para decidir el número de factores que había que retener se usó el método de análisis paralelo (Horn, 1965) y el MAP (*minimum average partial*) de Velicer (1976) como sugieren Ruiz, Pardo y San Martín (2010). La muestra de sujetos empleada para los análisis exploratorios fue una submuestra aleatoria de la mitad de los participantes (433 sujetos), siendo todos válidos para el análisis.
- **AFC.** Se empleó el método de mínimos cuadrados ponderados diagonalmente (DWLS) usando la matriz de covarianzas asintóticas. Se seleccionó dicho método debido a la naturaleza ordinal de las variables del propio estudio. Como afirma Brown (2006), la utilización del método de máxima verosimilitud cuando el instrumento es de tipo Likert puede ocasionar la atenuación de las relaciones entre los distintos indicadores, pudiendo llegar a resultados imprecisos. En este caso, el autor recomienda la utilización de otros modelos como el de mínimos cuadrados ponderados (WLS), el de mínimos cuadrados ponderados diagonalmente (DWLS), el de mínimos cuadrados ponderados robustos (WLSMV) o el de mínimos cuadrados no ponderados (ULS). En este orden de ideas, DiStefano y Morgan (2014) argumentan que tanto el modelo WLSMV como el DWLS se basan en la misma fórmula que el modelo WLS, pero, sin embargo, en lugar de invertir la matriz de peso total, invierten los elementos diagonales de la misma, evitando con ello ciertas dificultades asociadas al modelo WLS. En este sentido, ambas técnicas pueden denominarse como «modelos de estimación de mínimos cuadrados ponderados en diagonal».

Se realizó un modelo de primer orden con los tres factores correlacionados y un modelo de segundo orden con un solo factor subyacente (la actitud hacia el uso de las TIC para la docencia e investigación).

La muestra de sujetos empleada fue de 433 sujetos (la otra mitad de la muestra total), seleccionados aleatoriamente. El ajuste del modelo fue evaluado con un criterio mixto propuesto por Brown y Moore (2014) que incluye el X^2 escalado de Satorra-Bentler, la raíz media cuadrática del error (RMSEA) y su intervalo de confianza al 90 %, los residuales cuadráticos medios (SRMR) y los índices de ajuste no normado (NNFI) y comparativo (CFI). Los valores recomendados para un ajuste adecuado son RMSEA < 0,05, CFI > 0,95, NNFI > 0,95 y SRMR < 0,08 (Brown y Moore, 2014).

- **Análisis de fiabilidad.** La fiabilidad se analizó mediante la consistencia interna para cada escala (alfa de Cronbach) y para la puntuación total. Adicionalmente, se calculó el intervalo de confianza para cada uno de los coeficientes alfa.
- **Descripción de puntuaciones.** Para terminar, se realizó una descripción de las puntuaciones de los docentes de acuerdo a las dimensiones finalmente encontradas. Para ello se utilizó la descripción numérica mediante medidas de tendencia central y medidas de dispersión.

2.3. Software

El AFE se realizó en el SPSS 21 (IBM, 2012) haciendo uso del complemento SPSS R-Menu que permite hacer análisis factorial ordinal a través de R desde SPSS (Basto y Pereira, 2012). La versión de R empleada fue la 2.14.0 (R Core Team, 2012). El AFC se realizó a través del paquete lavaan (Rosseel, 2012), versión 0.6-1 para R, y la estimación de los intervalos de confianza para la fiabilidad, con el paquete ltm versión 1.0-0 (Rizopoulos, 2006) para R.

2.4. Instrumento

El cuestionario CAT-EI está conformado por 18 ítems a los que el docente responde con afirmaciones que están en una escala Likert de 5 puntos (donde el valor 1 indica totalmente en desacuerdo y el valor 5 indica totalmente de acuerdo).

3. Resultados

3.1. Análisis factorial exploratorio

En primer lugar, la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), cuyo valor es de 0,898, y el test de esfericidad de Barlett ($\chi^2 = 4.995,52$; $gl = 153$; $p < 0,0001$) sugieren que los ítems presentan una intercorrelación suficiente para llevar a cabo el AFE.

La prueba de Steiger ($\chi^2 = 10.812,24$; $gl = 153$; $p < 0,0001$), la prueba de Jennrich ($\chi^2 = 1.107,71$; $gl = 153$; $p < 0,0001$) y el valor del determinante (0,011) sustentan esta afirmación.

Posteriormente, se prosiguió con el proceso de retención del número de factores. Para determinar el número de factores retenidos, se ha utilizado el análisis paralelo (Horn, 1965) y el MAP de Velicer (1976). Mediante el uso de estas técnicas de retención, se llegó a una solución de 17 ítems que saturan en 3 factores, los cuales explican un 45,11 % de la varianza total (véase cuadro 1).

Cuadro 1. Varianza explicada por cada factor extraído

Factor	Valores propios	Porcentaje de varianza	Porcentaje de varianza acumulada
1	7,307	40,594	40,594
2	2,053	11,406	52,000
3	1,208	6,713	58,713

Fuente: elaboración propia.

El número de componentes o factores que hay que retener según las diferentes reglas fue coordinadas óptimas (3 factores), factor de aceleración (3 factores), análisis paralelo (3 factores) y regla de Kaiser (3 factores).

En el cuadro 2 pueden apreciarse las cargas factoriales de cada uno de los 17 ítems que conforman el instrumento. En este sentido, el factor 1 está compuesto por los ítems desarrollados para la medición de la dimensión conductual, afectiva y comportamental relacionada con el uso de las TIC para la enseñanza/docencia (ACC-E); el factor 2, por los ítems que hacen referencia a la dimensión afectiva relacionada con el uso de la tecnología para la investigación (A-I); y, en último lugar, el factor 3 está formado por ítems correspondientes a la dimensión cognitiva relacionada con el uso de las TIC para la investigación (C-I).

Por último, para determinar si el modelo obtenido a partir del AFE es válido, fue necesario analizar los estadísticos de bondad de ajuste y la matriz de correlaciones residuales. En el primer caso, los estadísticos son adecuados: GFI (ULS) = 0,945 y RMSR = 0,040. A través de la matriz de correlaciones residuales se observa que el número de residuos mayores a 0,05 es 25, siendo el porcentaje de un 16,340 %. Por lo tanto, y teniendo en cuenta estos dos factores, cabe destacar que el modelo del AFE es válido.

En el cuadro 2 se puede observar que 9 ítems componen el primer factor (ACC-E), 5 el segundo (A-I) y 4 el tercer factor (C-I). Sin embargo, como el ítem 14 (destacado en negrita

dentro del cuadro 2) no tiene una carga factorial significativa en el segundo factor, se decidió eliminarlo para el análisis confirmatorio, dejando la prueba con 17 ítems (9 ítems se cargan en el primer factor, 4 ítems se cargan en el segundo factor y 4 ítems en el tercer factor). La eliminación de dicho ítem tiene sentido teórico, pues es el único que quedaba de la dimensión comportamental relacionada con la investigación. Al eliminarlo, el segundo factor queda conformado solo por ítems de la dimensión cognitiva.

Cuadro 2. Carga factorial de la estructura tridimensional obtenida por el AFE

Ítem	ACC-E	A-I	C-I
1. Las TIC juegan un papel importante en la planificación de mi enseñanza.	0,92		
2. Mi forma de interactuar con los estudiantes se ve favorecida por el uso que hago de las TIC con ellos.	0,91		
3. Las TIC son parte de mi día a día en el aula.	0,86		
4. Me gusta que mi metodología se base en el uso transversal de las TIC.	0,86		
5. En mis clases animo a la utilización de las TIC a mis estudiantes.	0,82		
6. Creo que las TIC me están ayudando a tener una metodología de enseñanza y evaluación más innovadora.	0,78		
7. Creo que las TIC son importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y se deben trabajar de manera transversal.	0,78		
8. Me atrae conocer nuevas herramientas TIC que puedo usar en el aula.	0,73		
9. Me siento confiado cuando uso las TIC en el aula.	0,61		
10. No me gusta tener que dedicar parte de mi tiempo a divulgar actividades de investigación a través de las redes sociales*.		0,74	
11. Me molesta tener que actualizar mi perfil académico en internet*.		0,69	
12. No me gusta acceder a bases de datos y navegadores web*.		0,64	
13. Me agobia tener que usar programas informáticos para el tratamiento de datos cuando realizo una investigación*.		0,59	
14. Me molesta usar una metodología basada en las TIC para investigar*.		0,32	



Ítem	ACC-E	A-I	C-I
▶			
15. Creo que el acceso a internet favorece la interconexión entre la comunidad científica y la actualización de conocimientos.			0,77
16. Creo que el acceso a internet me da la oportunidad de aprender sobre nuevos recursos que facilitan mi trabajo como investigador.			0,68
17. Creo que el uso de un <i>software</i> para el procesamiento de datos en mi trabajo de investigación es importante.			0,72
18. Creo que las TIC me permiten difundir más rápidamente los resultados de mi investigación.			0,52

Nota. Los ítems con * tienen una puntuación inversa.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Análisis factorial confirmatorio

El AFC se realizó para confirmar la estructura tridimensional propuesta encontrada por medio del AFE. La figura 1 muestra el modelo de primer orden, y la figura 2, el modelo de segundo orden.

Figura 1. Modelo AFC de primer orden

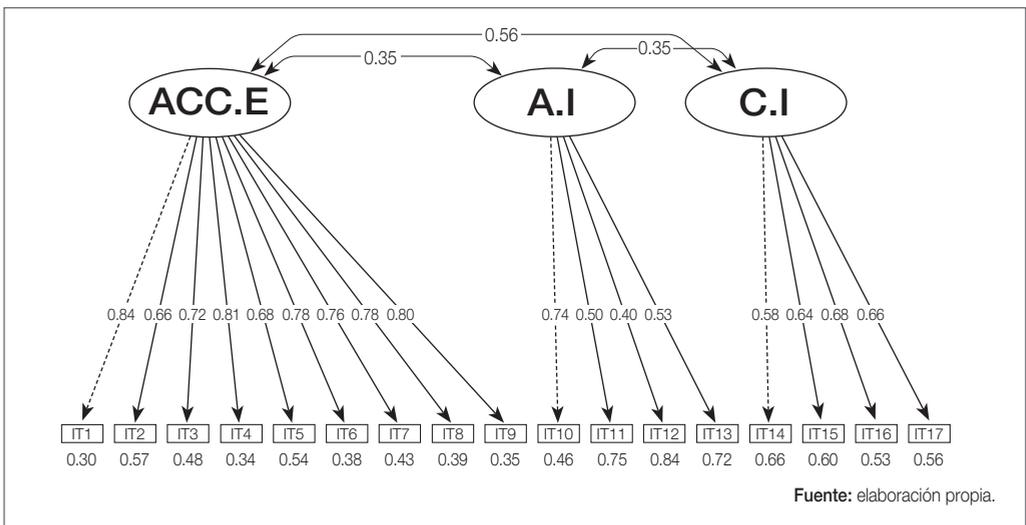
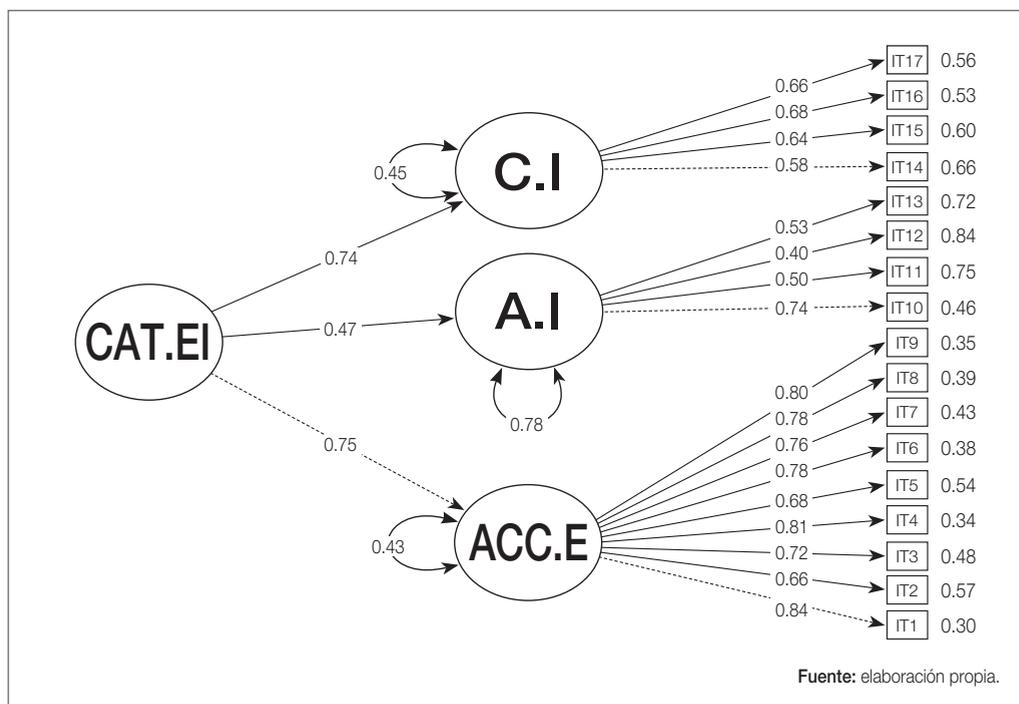


Figura 2. Modelo AFC de segundo orden



En las figuras 1 y 2 se observan las cargas factoriales estandarizadas de cada uno de los ítems en los dos modelos. En el modelo de primer orden las cargas oscilan entre 0,40 y 0,84 y son todas estadísticamente significativas. Las correlaciones entre los factores ACC-E y A-I y C-I son medias (0,35), mientras que la correlación entre ACC-E y C-I es alta. Es importante aclarar que las correlaciones son significativas, por lo que tiene sentido pensar en probar el ajuste de un modelo de segundo orden con un solo factor (actitud) que resuma la estructura tridimensional del instrumento.

Como se puede ver en la figura 2, las cargas factoriales en el modelo de segundo orden también oscilan entre 0,40 y 0,84 y son todas estadísticamente significativas. También se puede ver en dicha figura que el componente afectivo hacia el uso de las TIC en la investigación (A-I) tiene un peso más bajo (0,47) en las actitudes globales (CAT-EI) que los otros dos factores, cuyos pesos son 0,74 y 0,75 respectivamente. El cuadro 3 muestra los índices de ajuste de los dos modelos. Dichos índices muestran que el modelo de primer orden tiene un ajuste ligeramente mejor que el modelo de segundo orden, sin embargo, ambos modelos exhiben un ajuste excelente. Además, todas las cargas de factores son estadísticamente significativas, lo que confirma la estructura tridimensional encontrada en el AFE.

Cuadro 3. Índices de ajuste del AFC de los modelos de primer y segundo orden

Modelo	SB χ^2	df	p	CFI	TLI	NNFI	GFI	RMSEA	90 % CI
Primer orden	302,38	116	< 0,001	0,978	0,974	0,947	0,971	0,040	(0,040-0,054)
Segundo orden	322,38	116	< 0,001	0,978	0,974	0,947	0,971	0,045	(0,044-0,059)

Fuente: elaboración propia.

3.3. Análisis de fiabilidad

Como se muestra en el cuadro 4, los coeficientes alfa de Cronbach de las escalas CAT-EI oscilan entre 0,71 y 0,93 y el instrumento total en 0,89, lo que indica una muy buena fiabilidad del instrumento siguiendo los criterios de Hair, Black, Balin y Anderson (2010). Los valores del alfa de Cronbach ordinal también confirman la buena confiabilidad del CAT-EI.

Cuadro 4. Coeficientes de fiabilidad (intervalos de confianza del 95 %)

Escala	ACC-E	A-I	C-I	CAT-EI
Alfa de Cronbach	0,929 (0,900-0,943)	0,700 (0,689-0,723)	0,706 (0,678-0,734)	0,872 (0,857-0,902)
Alfa de Cronbach ordinal	0,948 (0,932-0,952)	0,767 (0,742-0,789)	0,787 (0,765-0,802)	0,893 (0,874-0,914)

Fuente: elaboración propia.

El cuadro 5 presenta los coeficientes alfa de Cronbach si se eliminase cada uno de los ítems. En dicho cuadro se puede ver que no es necesario eliminar ningún ítem para incrementar significativamente la fiabilidad.

Cuadro 5. Coeficientes de fiabilidad si se elimina cada uno de los ítems

Ítem	ACC-E	A-I	C-I
1	0,930		
2	0,926		





Ítem	ACC-E	A-I	C-I
▶			
3	0,926		
4	0,931		
5	0,928		
6	0,926		
7	0,934		
8	0,924		
9	0,924		
10		0,673	
11		0,653	
12		0,670	
13		0,688	
14			0,611
15			0,674
16			0,666
17			0,636

Fuente: elaboración propia.

3.4. Descripción de las puntuaciones

El cuadro 6 incluye la descripción de las puntuaciones de los docentes que componen la muestra tanto en el total del test como en cada dimensión. Se observa que el profesorado universitario obtuvo una puntuación global media alta ($m = 33,58; \pm 8,17$) en la dimensión ACC-E, interpretándose que los docentes en general presentan actitudes favorables hacia

el uso de la tecnología para la enseñanza, así como unas actitudes altas hacia la investigación en la dimensión cognitiva ($m = 14,78; \pm 2,60$) en comparación con la dimensión afectiva ($m = 12,47; \pm 2,43$); por ejemplo, muchos docentes expresaban disgusto por tener que invertir tiempo en realizar tareas como actualizar su perfil investigador en las redes sociales. De manera general, las actitudes en el constructo CAT-EI fueron medias-altas.

Cuadro 6. Estadística descriptiva de la puntuación total y por dimensiones del CAT-EI

Dimensiones	m	ds	g_1	g_2
CC-E	33,58	8,17	-0,578	-0,154
A-I	12,47	2,43	-0,325	-0,123
C-I	14,78	2,60	-0,084	-0,521
CAT-EI	68,44	11,57	-0,267	-0,422

Nota. m (media), ds (desviación estándar), g_1 (sesgo) y g_2 (curtosis).

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión

Este estudio se realizó con el objetivo de construir un instrumento (CAT-EI) para medir las actitudes hacia la tecnología para la enseñanza y la investigación que utilizan los docentes universitarios. Otro objetivo fue examinar las propiedades psicométricas de las puntuaciones obtenidas con el CAT-EI en una gran muestra de docentes de educación superior. El presente trabajo contribuye a una mejor comprensión de las dimensiones subyacentes a las actitudes hacia las TIC en esta población, pues, al verificar la estructura factorial, se proporciona evidencia valiosa sobre la estructura interna del constructo.

El presente trabajo contribuye a una mejor comprensión de las dimensiones subyacentes a las actitudes hacia las TIC en esta población, pues, al verificar la estructura factorial, se proporciona evidencia valiosa sobre la estructura interna del constructo

Este estudio responde a la necesidad de contar con instrumentos con propiedades psicométricas adecuadas para medir las actitudes hacia la tecnología en los docentes universitarios, considerando las dos facetas principales del trabajo del docente universitario: investigación y docencia (Hernández-Pina, 2002).

En el marco teórico del presente trabajo se observa cómo las investigaciones en el campo de las actitudes hacia el uso de la tecnología en la docencia sugieren la importancia de desarrollar pedagogías favorecedoras del uso de las TIC en los centros educativos (Alshammari *et al.*, 2016; Hue y Ab Jalil, 2013; Prior *et al.*, 2016). Sin embargo, no se ha hallado ningún estudio en el que se considere también la actitud

hacia el uso de las TIC en la investigación, la cual constituye una parte fundamental en el trabajo de los docentes universitarios. Este es uno de los principales aportes de la presente investigación, al diseñar un instrumento que incluye la valoración de la actitud en las dos principales funciones del docente universitario: docencia e investigación.

En la revisión de la literatura también se ha encontrado que la importancia teórica que ostenta este constructo no se plasma en la realidad y en la práctica educativa. En este sentido, resultan fundamentales los resultados del presente trabajo, puesto que la mejora de los procesos de medición de las actitudes hacia el uso de la tecnología en docentes universitarios redundaría no solo en la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje del alumna-

En la revisión de la literatura existente también se ha encontrado que la importancia teórica que ostenta este constructo no se plasma en la realidad y en la práctica educativa

Este estudio responde a la necesidad de contar con instrumentos con propiedades psicométricas adecuadas para medir las actitudes hacia la tecnología en los docentes universitarios, considerando las dos facetas principales de su trabajo: investigación y docencia

do que se está formando profesionalmente, sino también en las labores de investigación del profesorado universitario que repercute directamente en su docencia. Mejorar el diagnóstico y la evaluación de las actitudes hacia las TIC de los docentes permite establecer perfiles, detectar niveles de actitud y establecer líneas de actuación.

No hay que obviar que las actitudes están estrechamente relacionadas con la conducta del sujeto, es decir, si se consigue conocer de forma fiable y válida las actitudes de los docentes, se puede predecir su conducta en el aula y de esta forma diseñar programas de intervención que potencien el uso de tecnologías aplicadas tanto a la docencia como a la investigación (Lawrence y Tar, 2018; Meerza y Beauchamp, 2017; Tondeur *et al.*, 2018). Este es otro de los aportes del presente trabajo, puesto que, al conocer la fuerza y el grado de la propia actitud, y debido a que estas se caracterizan por su aspecto modelable (dependiendo de la fuerza de la propia actitud), se pueden modificar, positivamente, las actitudes de los docentes. En este punto hay que tener en cuenta que las actitudes uniformemente positivas o negativas presentan más dificultad de cambio, lo que nos llevaría a plantear estrategias de intervención especiales para este tipo de casos (Briñol *et al.*, 2014).

Con respecto a la estructura de los factores, el AFE mostró tres dimensiones subyacentes a las actitudes hacia las TIC, aunque el instrumento se construyó con la idea de

medir dos dimensiones. Según el AFE, las actitudes hacia las TIC para la investigación se dividieron en dos áreas, que incluyen principalmente los componentes afectivos y cognitivos de la actitud. El AFC confirmó la estructura tridimensional encontrada en el análisis AFE. Tanto el modelo de primer orden como el de segundo orden han sido probados y ambos tienen un buen ajuste y permiten acumular evidencias sobre la estructura factorial del instrumento.

Conocer la puntuación de los docentes en las tres dimensiones del test permite a los investigadores o a las personas interesadas en la calidad educativa generar propuestas de intervención focalizadas en cada dimensión. Por ejemplo, para mejorar una puntuación baja en la dimensión A-I se pueden hacer proyectos enfocados a mejorar la valoración personal negativa de los docentes hacia el uso de la tecnología para investigar; también se pueden diseñar formaciones en herramientas específicas como redes sociales de investigación, tipo Researchgate, con la finalidad de que sea menos desagradable para los docentes su utilización.

Conocer la puntuación de los docentes en las tres dimensiones del test permite a los investigadores o a las personas interesadas en la calidad educativa generar propuestas de intervención focalizadas en cada dimensión

Para incrementar una puntuación baja en la dimensión C-I se pueden cambiar las concepciones o ideas preconcebidas de los docentes respecto a la utilización de la tecnología para investigar mediante la formación en la búsqueda de información bibliográfica, en el uso de programas de análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos y en la utilización de otro *software* específico para la investigación de cada área del conocimiento.

En cuanto a la dimensión ACC-E se puede mejorar una actitud negativa creando planes de formación en el uso de dispositivos digitales, aplicaciones multiplataforma y diseño de metodologías y actividades basadas en las TIC. También es importante profundizar en las posibilidades de la evaluación de los alumnos mediante herramientas tecnológicas.

En lo relativo a la fiabilidad, los valores de cada escala y la prueba total son más altos que los encontrados para otros instrumentos similares (Abdullah *et al.*, 2015; Judi *et al.*, 2016; Ordóñez y Romero, 2016; Tejedor *et al.*, 2009; Wahyuni, 2018; Rosen *et al.*, 2016), lo que confirma las buenas propiedades del instrumento. Además, no fue necesario eliminar ítems en función de un posible aumento de la fiabilidad del test.

A diferencia de otros instrumentos propuestos, los cuales miden las actitudes hacia el uso de las TIC en docentes (González-Sanmamed *et al.*, 2017; Judi *et al.*, 2016; Marbán y Mulenga, 2019), el instrumento que se presenta en esta investigación se basa principalmente en las labores del docente universitario (docencia e investigación), aunque incluye ítems basados en el modelo ACC (Breckler, 1984). Esta característica lo convierte en un instrumento único y completo para ser utilizado en el entorno universitario.

El presente estudio se enfoca en el análisis profundo de la estructura factorial, siguiendo una concepción unificada de la validez (Messick, 1975), siendo las principales limitaciones del estudio las siguientes:

El presente estudio se enfoca en el análisis profundo de la estructura factorial, siguiendo una concepción unificada de la validez

- El carácter no probabilístico de la muestra impide una generalización que permita la baremación de las puntuaciones del test.
- En el proceso de acumular evidencias sobre la validez de contenido y sobre la estructura factorial de la prueba, los ítems de la dimensión comportamental del uso de la tecnología han desaparecido, por lo que esta dimensión no ha quedado representada en la versión final del test. Una posible explicación a este hecho es que, por alguna razón, ajena al proceso de investigación, los ítems de dicha dimensión quedaron redactados de forma deficiente, obteniendo una baja valoración por los jueces y teniendo poca consistencia con el resto del test.

Aunque las contribuciones referidas son significativas e importantes, se necesita más investigación en el futuro, como exploración de otros elementos y formatos de prueba (por ejemplo, al transformar el CAT-EI en una prueba de juicio situacional), diseñar y probar nuevos ítems para la dimensión comportamental de la actitud hacia el uso de la tecnología en investigación, probar si existen diferencias significativas en las dimensiones de la actitud de acuerdo a variables como años de experiencia, edad, género, campo o área de trabajo, nivel de acreditación, nivel de conocimiento de idiomas, etc.

En este sentido, y teniendo en cuenta que el presente instrumento presenta una faceta nueva en el trabajo de los docentes (como es la investigación), una visión más profunda de las características del trabajo del docente universitario supondría una mejora en el ACT-EI mediante la inclusión de otras actividades, como la gestión, o haciendo preguntas específicas de herramientas tecnológicas de utilización en cada campo del conocimiento (por ejemplo, tomografía axial computarizada, en el caso de docentes de medicina, o *software* para el análisis de datos cualitativos, en el caso de docentes de sociología, etc.).

A pesar de estas limitaciones, en el presente trabajo, se ha tomado una amplia muestra de docentes universitarios para analizar profundamente la estructura factorial del ACT-EI y se ha aportado un instrumento completo, corto, de fácil aplicación y en español que se puede usar para diagnosticar el nivel de actitudes de los docentes hacia las TIC en dos de sus áreas de trabajo más importantes (la docencia y la investigación). Es de resaltar que un correcto diagnóstico de los niveles de actitud de los docentes permite establecer estrategias para lograr un cambio en dichas actitudes (Maio *et al.*, 2018).

Como futuras líneas de investigación, se podrían reunir evidencias de otros aspectos, como la red nomológica (que analiza la convergencia y la discriminación del CAT-EI), ana-

lizando la estructura factorial del instrumento en otros países de habla hispana, y, consecuentemente, con muestras diferentes de profesorado universitario.

Otro aspecto interesante a tener en cuenta para futuras líneas de acción sería el análisis del posible efecto que supondría para los resultados del ACT-EI contar con una muestra representativa de los docentes universitarios en todo el país, realizando un muestreo probabilístico por comunidades autónomas, por tipo de universidad (privada o pública), por modalidades de enseñanza (a distancia, presencial o mixta) y por campos o áreas de trabajo.

También se podría emplear el test desarrollado en otros países de habla hispana para analizar las diferencias en las actitudes hacia la incorporación de la tecnología en el trabajo de los docentes universitarios y establecer comparaciones transculturales del constructo, pues es un tema que apenas ha sido explorado de forma transcultural.

Otro posible campo de estudio hace referencia a la repercusión de las actitudes hacia las TIC en la utilización de las diferentes metodologías de enseñanza y de evaluación por parte de los docentes universitarios.

En este sentido, podría analizarse la relación entre docentes que presentan o no actitudes favorables hacia la tecnología y la propia metodología que llevan a cabo en sus aulas. Incluso se podría llegar a establecer un perfil docente favorecedor tanto por sus actitudes como por la metodología de enseñanza que utiliza.

Este aspecto se considera de gran importancia, ya que, como se ha mencionado anteriormente, es un eje fundamental de la transmisión del conocimiento. Este análisis debe llevar a establecer pautas y sugerencias de cambios que permitan un mayor desarrollo de la actitud y del uso de las TIC en las propias aulas.

En conclusión, tener una buena medición de las actitudes hacia la tecnología en los docentes universitarios permite el diseño de programas de formación; por ejemplo, en herramientas tecnológicas para la investigación, en el diseño de metodologías basadas en las TIC que se utilizarán en el aula o en la integración de las TIC en el currículo (Hue y Ab Halil, 2013) para fortalecer el uso de la tecnología en esta población.

Las puntuaciones obtenidas en el CAT-EI también pueden usarse para identificar los factores que pueden influir en la adopción e integración de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte de profesores universitarios, tal como proponen autores como Lawrence y Tar (2018).

La presente investigación es un paso importante hacia una mejor medición de actitudes hacia la tecnología en docentes universitarios.

Referencias bibliográficas

- Abdullah, Z. D., Ziden, B. A. y Chi Aman, R. (2015). Students' attitudes towards information technology and the relationship with their academic achievement. *Contemporary Educational Technology*, 6(4), 338-354.
- Alshammari, R., Reyes Jr., V. C. y Parkes, M. (2016). Faculty attitudes towards the use of mobile devices in EFL teaching in a Saudi Arabian setting. *Mobile Learning Futures-Sustaining Quality Research and Practice in Mobile Learning*, 16-24.
- Ayub, H. (2017). Parental influence and attitude of students towards technical education and vocational training. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(7), 534-538. doi: <https://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.7.925>.
- Basto, M. y Pereira, J. M. (2012). An SPSS R-menu for ordinal factor analysis. *Journal of Statistical Software*, 46(4), 1-29.
- Becker, S. A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C. G. y Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Austin, Texas, EE.UU.: The New Media Consortium.
- Breckler, S. J. (1984). Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47(6), 1.191-1.205. doi: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.47.6.1191>.
- Briñol, P., Gandarillas, B., Horcajo, J. y Becerra, A. (2014). Emoción y meta-cognición: implicaciones para el cambio de actitud. *Revista de Psicología Social*, 25, 157-183. doi: <https://doi.org/10.1174/021347410791063787>.
- Brown, T. A. (2006). Confirmatory factor analysis for applied research. En D. A. Kenny. (Ed.), *Methodology in the Social Sciences* (pp. 1-459). Nueva York, EE.UU.: The Guilford Press.
- Brown, T. A. y Moore, M. T. (2014). Confirmatory factor analysis. En R. H. Hoyle (Ed.), *Handbook of Structural Equation Modeling* (pp. 361-379). Nueva York, EE.UU.: Guilford.
- Centeno Moreno, G. y Cubo Delgado, S. (2013). Evaluación de la competencia digital y las actitudes hacia las TIC del alumnado universitario. *Revista de Investigación Educativa*, 31(2), 517-536. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.31.2.169271>.
- DiStefano, C. y Morgan, G. B. (2014). A comparison of diagonal weighted least squares robust estimation techniques for ordinal data. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 21(3), 425-438. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/10705511.2014.915373>.
- Eiser, J. R. y Pligt, J. van der. (2015). *Attitudes and Decisions*. Londres, Inglaterra, Reino Unido: Psychology Press.
- Estrada, A., Bazán, J. y Aparicio, A. (2013). Evaluación de las propiedades psicométricas de una escala de actitudes hacia la estadística en profesores. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 3, 5-23.
- Ferrando, P. J. y Anguiano, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en Psicología. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 18-33.
- Gadermann, A. M., Guhn, M. y Zumbo, B. D. (2012). Estimating ordinal reliability for Likert-type and ordinal item response data: a conceptual, empirical, and practical guide. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 17(3), 1-13.
- Gal, I., Ginsburg, L. y Schau, C. (1997). Monitoring attitudes and beliefs in education. *The Assessment Challenge in Statistics Education*, 12, 37-51.

- Gisbert, M. y González, J. (2011). INCOTIC. Una herramienta para la @utoevaluación diagnóstica de la competencia digital en la universidad. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 15(1), 74-90.
- González-Sanmamed, M., Sangrà, A. y Muñoz-Carril, P.-C. (2017). We can, we know how. But do we want to? Teaching attitudes towards ICT based on the level of technology integration in schools. *Technology, Pedagogy and Education*, 26(5), 633-647. doi: <https://doi.org/10.1080/1475939X.2017.1313775>.
- Gudmundsdottir, G. B. y Hatlevik, O. E. (2018). Newly qualified teachers' professional digital competence: implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 41(2), 214-231. doi: <https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1416085>.
- Hair, J. F., Black, W. C., Balin, B. J. y Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis*. Maxwell Macmillan International Editions.
- Harman, H. H. y Jones, W. H. (1966). Factor analysis by minimizing residuals (minres). *Psychometrika*, 31(3), 351-368. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02289468>.
- Helleve, I., Grov Almås, A. y Bjørkelo, B. (2019). Becoming a professional digital competent teacher. *Professional Development in Education*, 1-13. doi: <https://doi.org/10.1080/19415257.2019.1585381>.
- Hernández Pina, F. (2002). Docencia e investigación en educación superior. *Revista de Investigación Educativa*, 20(2), 271-301.
- Hinojo, F. J., Fernández, F. D. y Aznar, I. (2002). Las actitudes de los docentes hacia la formación en tecnología de la información y comunicación (TIC) aplicadas a la educación. *Revista de Educación*, 5, 253-270.
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30, 179-185. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02289447>.
- Hue, L. T. y Ab Jalil, H. (2013). Attitudes towards ICT Integration into curriculum and usage among university lecturers in Vietnam. *International Journal of Instruction*, 6(2), 53-66.
- IBM. (2012). IBM SPSS statistics for Windows, version 21.0. Armonk, Nueva York, EE. UU.: IBM.
- Jegede, P. O., Dibu-Ojerinde, O. O. e Ilori, M. O. (2007). Relationships between ICT competence and attitude among some Nigerian tertiary institution lecturers. *Educational Research and Reviews*, 2(7), 172-175.
- Judi, H. M., Mohamed, H. y Noor, S. F. M. (2016). Perceived attitude of teachers in rural areas towards information and communication technology. *Social Sciences (Pakistan)*, 11(23), 5.590-5.596. doi: <https://doi.org/10.3923/sscience.2016.5590.5596>.
- Kelentrić, M., Helland, K. y Arstorp, A. T. (2017). *Professional Digital Competence Framework for Teachers*. The Norwegian Centre for ICT in Education, 1-74. Recuperado de <https://www.udir.no/globalassets/filer/in-english/pfdk_framework_en_low2.pdf> (consultado el 10 de septiembre de 2019).
- Lawrence, J. E. y Tar, U. A. (2018). Factors that influence teachers' adoption and integration of ICT in teaching/learning process. *Educational Media International*, 55(1), 79-105. doi: <https://doi.org/10.1080/09523987.2018.1439712>.
- Maio, G. R., Haddock, G. R., Haddock, G. y Verplanken, B. (2018). *The Psychology of Attitudes and Attitude Change*. Londres, Inglaterra, Reino Unido: Sage Publications Limited.
- Marbán, J. M. y Mulenga, E. M. (2019). Pre-service primary teachers' teaching styles and attitudes towards the use of technology in mathematics classrooms. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 253-263. doi: <https://doi.org/10.29333/iejme/5649>.

- Meerza, A. H. y Beauchamp, G. (2017). Factors influencing attitudes towards information and communication technology (ICT) amongst undergraduates: an empirical study conducted in Kuwait higher education institutions (KHEIs). *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 16(2), 35-42.
- Messick, S. (1975). The standard problem: meaning and values in measurement and evaluation. *American Psychologist*, 30(10), 955-966. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.30.10.955>.
- MICIU. (2019). *Datos y cifras del sistema universitario español. Publicación 2018-2019*. Madrid, España: Secretaría General Técnica. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- Mirete, F., García-Sánchez, F. A. y Hernández, F. (2015). Cuestionario para el estudio de la actitud, el conocimiento y el uso de TIC (ACUTIC) en educación superior. Estudio de fiabilidad y validez. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 83(29.2), 75-89.
- Norman, R. (1975). Affective-cognitive consistency, attitudes, conformity, and behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 32(1), 83-91. doi: <https://doi.org/10.1037/h0076865>.
- Nübler, I. (2018). New technologies, innovation, and the future of jobs. En E. Paus (Ed.), *Confronting Dystopia: The New Technological Revolution and the Future of Work* (pp. 46-75). Ithaca, Nueva York, EE. UU.: Cornell University Press.
- Ordóñez, X. y Romero, S. (2016). Scale of attitudes towards ICT (SATICT): factor structure and factorial invariance in distance university students. *CARMA 2016: First International Conference on Advanced Research Methods in Analytics* (pp. 159-166). Valencia, España: Universitat Politècnica de València. doi: <https://doi.org/10.4995/CARMA2016.2015.3114>.
- Ostrom, T. M. (1969). The relationship between the affective, behavioral, and cognitive components of attitude. *Journal of Experimental Social Psychology*, 5(1), 12-30. doi: [https://doi.org/10.1016/0022-1031\(69\)90003-1](https://doi.org/10.1016/0022-1031(69)90003-1).
- Prior, D. D., Mazanov, J., Meacheam, D., Heaslip, G. y Hanson, J. (2016). Attitude, digital literacy and self efficacy: flow-on effects for online learning behavior. *The Internet and Higher Education*, 29, 91-97. doi: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.01.001>.
- R Development Core Team (2012). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Viena, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Recuperado de <<http://www.R-project.org/>> (consultado el 21 de septiembre de 2019).
- Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: Dig-CompEdu*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.
- Rizopoulos, D. (2006). ltm: an R package for latent variable modelling and ítem response theory analyses. *Journal of Statistical Software*, 17(5), 1-25. Recuperado de <<http://www.jstatsoft.org/v17/i05/>> (consultado el 21 de septiembre de 2019).
- Rosen, L., Carrier, L. M., Miller, A., Rokkum, J. y Ruiz, A. (2016). Sleeping with technology: cognitive, affective, and technology usage predictors of sleep problems among college students. *Sleep Health*, 2(1), 49-56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.11.003>.
- Rosseel, Y. (2012). Lavaan: an R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36. Recuperado de <<http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>> (consultado el 21 de septiembre de 2019).
- Ruiz, M. A., Pardo, A. y San Martín, R. (2010). Modelos de ecuaciones estructurales. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 34-45.

- Şahin-Kizil, A. (2011). EFL teachers attitudes towards information and communication technologies (ICT). En Z. Genç, *Proceedings of the 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, 22-24 de septiembre (pp. 269-275). Elazığ, Turquía: Firat University.
- Sánchez-Mena, A., Martí-Parreño, J. y Aldás-Manzano, J. (2018). Teachers' intention to use educational video games: the moderating role of gender and age. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-12. doi: <https://doi.org/10.1080/14703297.2018.1433547>.
- Scherer, R., Tondeur, J., Siddiq, F. y Baran, E. (2018). The importance of attitudes toward technology for pre-service teachers' technological, pedagogical, and content knowledge: comparing structural equation modeling approaches. *Computers in Human Behavior*, 80, 67-80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.003>.
- Semerci, A. y Aydin, M. K. (2018). Examining high school teachers' attitudes towards ICT use in education. *International Journal of Progressive Education*, 14(2), 93-105.
- Shah, P. M. y Empungan, J. L. (2015). ESL teachers' attitudes towards using ICT in literature lessons. *International Journal of English Language Education*, 3(1), 201-218.
- Siragusa, L. y Dixon, K. C. (2008). Planned behaviour: student attitudes towards the use of ICT interactions in higher education. *Hello! Where Are You in the Landscape of Educational Technology? Proceedings Ascilite Melbourne 2008*, 942-953.
- Summers, G. (1986). *Medición de las actitudes* (4.ª ed.). México: Trillas.
- Tejedor, F. J., García-Valcárcel, A. y Prada, S. (2009). Medida de actitudes del profesorado universitario hacia la integración de las TIC. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, 33(XVII), 115-124. doi: <https://doi.org/10.3916/c33-2009-03-002>.
- Tondeur, J., Aesaert, K., Prestridge, S. y Con-suegra, E. (2018). A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teacher's ICT competencies. *Computers & Education*, 122, 32-42. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.002>.
- Ubillos, S., Mayordomo, S. y Páez, D. (2003). Actitudes: definición y medición. Componentes de la actitud. Modelos de acción razonada y acción planificada. En D. Páez, I. Fernández, S. Ubillos y E. Zubieta (Eds.), *Psicología social, cultura y educación* (pp. 301-309). Madrid, España: Prentice-Hall.
- Ursavas, Ö. F., Bahçekapılı, T., Camadan, F. e İslamoğlu, H. (2015). Teachers' behavioural intention to use ICT: a structural equation model approach. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 2 de marzo de 2015 (pp. 2.875-2.880). Las Vegas, Nevada, EE.UU.: Association for the Advancement of Computing in Education.
- Valdés-Cuervo, Á. A., Arreola-Olivarría, C. G., Angulo-Armenta, J., Carlos-Martínez, E. A. y García-López, R. I. (2011). Actitudes de docentes de educación básica hacia las TIC. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3(6), 379-392.
- Wahyuni, S. (2018). CAC model to evaluate teachers' attitudes towards technology use in their EFL classrooms. *Language Circle: Journal of Language and Literature*, 13(1), 1-8. doi: <https://doi.org/10.15294/lc.v13i1.16659>.
- Zhang, P., Aikman, S. N. y Sun, H. (2008). Two types of attitudes in ICT acceptance and use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(7), 628-648. doi: <https://doi.org/10.1080/10447310802335482>.

Metodología personalizada con resultados de aprendizaje garantizados

La formación de lenguas extranjeras se lleva a cabo dentro de la normativa vigente de la enseñanza de idiomas en España y en la Comunidad Europea. Los cursos presentan un diseño adaptado al Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas y a la metodología propia de la UDIMA: un sistema de enseñanza cercano, flexible, actual, dinámico y personalizado.

Cursos generales

Cursos universitarios de español

Títulos propios no oficiales que tratan de acercar al alumno a las habilidades lingüísticas necesarias para el dominio del español como lengua extranjera.

Curso de chino (nivel iniciación)

Este curso permite que los estudiantes adquieran las capacidades necesarias para defenderse en situaciones sencillas de la vida cotidiana y para desenvolverse socialmente en el idioma chino. Además, prepara al alumno para el examen oficial de primer nivel HSK1/A1.

Cursos de preparación de exámenes

Certificate in Advanced English (CAE)

La finalidad del Certificate in Advanced English (CAE) es proporcionar a estudiantes y profesores de idiomas, en una variedad de situaciones, el acceso a una amplia gama de exámenes internacionales de gran calidad, test y diplomas para profesores que les ayuden a lograr sus metas personales y que repercutan favorablemente en su experiencia de aprendizaje y desarrollo profesional. El Certificate in Advanced English (CAE) se corresponde con el nivel C1 del Marco de Referencia Europeo.

Curso de preparación TKT CLIL Module (TKT)

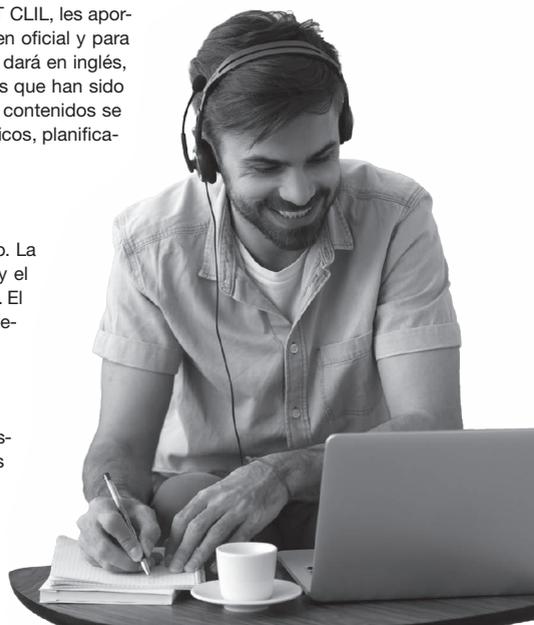
Este curso, indicado para profesores que están preparando el examen TKT CLIL, les aportará las herramientas y el conocimiento necesarios para superar el examen oficial y para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula CLIL. El curso se dará en inglés, ayudando al alumno a reforzar el vocabulario, la gramática y las funciones que han sido aprendidos previamente con explicaciones y correcciones puntuales. Los contenidos se centrarán en los temas necesarios para dar una clase CLIL (principios teóricos, planificación en el aula, técnicas y evaluación).

Preliminary English Test (PET)

El Preliminary English Test (PET) es un examen de inglés de nivel intermedio. La preparación de este examen ayudará a mejorar las destrezas lingüísticas y el uso del inglés para comunicarse con hablantes nativos de manera cotidiana. El Preliminary English Test (PET) se corresponde con el nivel B1 del Marco de Referencia Europeo.

First Certificate in English (FCE)

La finalidad del First Certificate in English (FCE) es proporcionar a los estudiantes de idiomas la preparación suficiente que les permita lograr sus metas personales, repercutiendo favorablemente en su experiencia de aprendizaje y desarrollo profesional. El First Certificate in English (FCE) se corresponde con el nivel B2 del Marco de Referencia Europeo.





Una propuesta para mejorar la experiencia de los adultos mayores con las redes sociales

Claudia Cardozo

claudia_yoryi@yahoo.com.ar

Adriana Martín

adrianaelba.martin@gmail.com

Viviana Saldaño

vsaldanio@gmail.com

Gabriela Gaetán

gabrielagaetan@yahoo.com.ar

Integrantes del Grupo de Investigación y Formación en Ingeniería de Software (GIFIS) del Instituto de Tecnología Aplicada (ITA) de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA)-Unidad Académica Caleta Olivia (UACO)

Extracto

Las redes sociales son una de las aplicaciones más solicitadas desde los dispositivos móviles. En este escenario, el diseño de interfaces de usuario (IU) se enfrenta a un nuevo desafío y, muy particularmente, al considerar a la población de adultos mayores (AM). En este trabajo, se presentan un conjunto de 23 recomendaciones de diseño para mejorar la experiencia de los usuarios AM con las redes sociales usando *tablets*. Posteriormente, se define y aplica un ciclo de prototipado, el cual está basado en una customización de la metodología Lean UX (*user experience* [experiencia de usuario]) y dirigido por nuestras recomendaciones de diseño. El proceso de desarrollo, que está centrado en las necesidades y preferencias de la población de AM, propone un diseño alternativo de red social para *tablet*. Así, el prototipo resultante está enfocado en mejorar la experiencia de interacción y, por ende, también en propiciar la integración social virtual de este grupo creciente de ciudadanos.

Palabras clave: adultos mayores (AM); redes sociales; experiencia de usuario (*user experience* [UX]); usabilidad; recomendaciones de diseño; *tablet*.

Fecha de entrada: 04-10-2019 / Fecha de revisión: 12-12-2019 / Fecha de aceptación: 10-01-2020

Cómo citar: Cardozo, C., Martín, A., Saldaño, V. y Gaetán, G. (2020). Una propuesta para mejorar la experiencia de los adultos mayores con las redes sociales. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 113-142.



A proposal for improving the experience of older adults with social networks

Claudia Cardozo

Adriana Martín

Viviana Saldaño

Gabriela Gaetán

Abstract

Social networks are one of the most requested applications from mobile devices. In this scenario, interface design (IU) faces a new challenge, and very particularly, when considering the older adult population (OA). In this work, we present a set of 23 design recommendations to improve the experience of OA in social networks using tablet. Then, a prototyping cycle is defined and applied, which is based on a customization of Lean UX (user experience) methodology and driven by our design recommendations. The development process, which is centered on the needs and preferences of the OA population, proposes an alternative social network design for tablet. Thus, the resulting prototype is focused on improving the interaction experience, and therefore, also promoting the virtual social integration of this growing group of citizens.

Keywords: older adults (OA); social networks; user experience (UX); usability; design recommendations; tablet.

Citation: Cardozo, C., Martín, A., Saldaño, V. y Gaetán, G. (2020). A proposal for improving the experience of older adults with social networks. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 113-142.



Sumario

1. Introducción
 2. Antecedentes
 - 2.1. Accesibilidad web-usabilidad-UX
 - 2.2. Herramientas de prototipado
 - 2.3. Metodologías ágiles y UX: Lean UX
 3. Nuestra propuesta
 - 3.1. Recomendaciones de diseño
 - 3.2. CP centrado en AM
 - 3.3. Aplicación del CP centrado en AM
 - 3.3.1. Definición de la muestra
 - 3.3.2. Ejecución paso a paso del CP centrado en AM
 4. Resultados obtenidos y discusión
 5. Conclusiones y trabajos futuros
- Referencias bibliográficas

1. Introducción

El uso de los dispositivos móviles ha experimentado un auge extraordinario y plantea un nuevo escenario desde el cual las personas pueden acceder a la web con solo disponer de una conexión a internet. Las redes sociales son una de las aplicaciones más solicitadas desde dispositivos móviles, y, en particular, la creciente población de ciudadanos AM manifiesta interés en el uso de *tablets*.

En este contexto, el diseño de IU se enfrenta a un nuevo desafío que requiere de esfuerzos conjuntos para abarcar todo el espectro de factores que pueden influir en el producto resultante, tales como las características propias del perfil de usuarios destinatarios; del producto web que se va a considerar; del dispositivo preferentemente seleccionado para el despliegue; de los aspectos demográficos, poblacionales, geográficos y regionales; etc. Estos factores ponen en evidencia la complejidad inherente al diseño de interfaces que consideren la UX. En la práctica, los desarrolladores de IU deben tomar decisiones de diseño para satisfacer conjuntamente más de uno de estos factores señalados.

Las redes sociales son una de las aplicaciones más solicitadas desde dispositivos móviles, y, en particular, la creciente población de ciudadanos AM manifiesta interés en el uso de *tablets*

Nuestro grupo de investigación ha estado trabajando fuertemente con usuarios AM (Cardozo, Martín y Saldaño, 2017a, 2017b; Saldaño, Gaetán, Martín y Cardozo, 2018a, 2018b; Saldaño, Martín, Gaetán y Vilte, 2013; Saldaño, Martín, Gaetán y Cardozo, 2016; Vilte, Saldaño, Gaetán y Martín, 2015). Específicamente, nos hemos enfocado en el uso de las redes sociales por parte de este grupo creciente de usuarios, ya que este tipo de aplicaciones constituyen un instrumento digital vital para la integración ciudadana, social y también familiar, asistiendo a la superación de brechas generacionales y geográficas. Si bien el uso de las redes sociales se relaciona con una costumbre propia de la gente joven, existen estudios (Barroso y Aguilar, 2017; Duggan, 2015; Luna, Mendoza y Álvarez, 2015) que vienen revelando que los AM constituyen un nicho importante de mercado, aunque, normalmente, no del todo considerado por las aplicaciones de redes sociales. Otros trabajos y sondeos estadísticos provenientes de centros de investigación (Leme, Zaina y Casadei, 2015; Lu, 2017) también indican el aumento visible del número de personas mayores de 60 años que interactúan desde dispositivos móviles. Posicionados desde esta realidad, hemos identificado que nuestros AM no son ajenos a esta tendencia mundial y, en particular, cuando se trata de acceder a una red social desde un dispositivo móvil, prefieren hacerlo desde una *tablet*.

Haciendo una revisión exhaustiva del estado de la cuestión, se han realizado esfuerzos, ya sea por parte de grupos de investigación (Cornejo, Weibel, Tentori y Favela, 2015; Marcelino, Laza y Pereira, 2016; Miranda, Martín, Saldaño y Gaetán, 2014; Sulmont, Pontual y Moffatt, 2018) como por parte de organismos gubernamentales y privados (Peñalver, 2016; Presidencia de la Nación, 2016), por reducir la brecha digital para la integración social de los AM. Por ejemplo, en Sulmont *et al.* (2018) se diseña una interfaz de usuario alternativa para Facebook en la que se implementan los siguientes cambios de diseño: filtrar contenido en noticias, minimizar componentes de diseño, facilitar la navegación, aumentar la accesibilidad y reconocer configuraciones y páginas de privacidad. Se realizó una evaluación con tres AM que evidenciaron mejoras alcanzadas con el diseño de interfaz y confirmaron las barreras de alto nivel para el uso de Facebook, especialmente relacionadas con la capacidad de aprendizaje.

En Miranda *et al.* (2014), los esfuerzos están enfocados en analizar barreras de accesibilidad y usabilidad a las que se enfrentan los AM cuando interactúan con Facebook. Los autores diseñan un experimento completo basado en la técnica *card sorting*, logrando obtener una IU que surge de la participación activa de los AM. Los AM definen una distribución y apariencia a la medida de sus necesidades. Dado que la propuesta ofrece un boceto, es necesario plasmar los hallazgos utilizando alguna herramienta para que los AM experimenten con el diseño de IU propuesto desde algún tipo de dispositivo.

Por otra parte, como se puede ver en Peñalver (2016), la Fundación Tecnologías Sociales (TECSOS)¹, Cruz Roja Española² y la Fundación Vodafone España³ presentan el proyecto Enred@te. Esta propuesta permite acceder a una red conformada por AM y voluntarios de la Cruz Roja con el objetivo básico de fortalecer las relaciones habituales en el contexto de la atención y el apoyo. La aplicación es accesible a través de *tablets* con sistema operativo Android (para los AM) y de ordenadores personales (para los voluntarios). Debido a que esta es una iniciativa propia de Cruz Roja Española, el acceso está circunscripto solo a los AM pertenecientes a dicha organización.

Nuestro grupo de investigación ha estado trabajando fuertemente con usuarios AM. Nos hemos enfocado en el uso de las redes sociales por parte de este grupo creciente de usuarios, ya que este tipo de aplicaciones constituyen un instrumento digital vital para la integración ciudadana, social y también familiar, asistiendo a la superación de brechas generacionales y geográficas

Cuando se trata de acceder a una red social desde un dispositivo móvil, nuestros AM prefieren hacerlo desde una *tablet*

¹ <<https://fundaciontecsos.es/es>>.

² <<https://www.cruzroja.es/principal/web/cruz-roja/inicio>>.

³ <<http://www.fundacionvodafone.es/>>.

En Gomes, Duarte, Coelho y Matos (2014) se identifican recomendaciones para diseñar redes sociales dirigidas a AM y son aplicadas en la creación de prototipos de interfaz para acceder a los servicios de Facebook desde *tablets*. De esta manera se logra mayor aceptación en comparación con la aplicación nativa de Facebook. Sin embargo, se detecta que es necesario realizar un análisis más exhaustivo para identificar un mayor número de recomendaciones que puedan ser aplicadas para elaborar los prototipos de interfaz correspondientes a las tareas más usadas por los AM. Se considera que el diseño de los prototipos de interfaz debe ser iterativo e incremental, permitiendo que los usuarios AM participen activamente en distintas instancias del mismo hasta lograr la producción final del prototipo de interfaz. Dado que esta es una propuesta alternativa y diferente a la aplicación nativa de Facebook, se destaca que la apariencia presentada difiere en aspectos como menú de selección, vocabulario, iconografía, distribución de elementos y colores usados, lo que podría ser una dificultad en el aprendizaje del uso de la red social por parte del AM y su entorno familiar.

Finalmente, en Presidencia de la Nación (2016) se presenta +Simple, una plataforma diseñada especialmente para los AM, la cual permite un fácil acceso a diferentes servicios ya existentes, tales como cultura, trámites, redes sociales, salud, etc. Esta es una iniciativa nacional y el acceso a este beneficio se concreta de acuerdo al caso particular de cada AM solicitante. Dado que la plataforma +Simple actúa solo como un portal de acceso a aplicaciones de servicios existentes, a partir de que el AM ingresa a estos servicios, debe interactuar con las IU de origen que ofrecen estas aplicaciones.

Basándonos en los antecedentes, en los trabajos relacionados y en la experiencia recabada durante años de investigación y producción en el área de diseño de IU, en este trabajo se propone, en primera instancia, un conjunto de 23 recomendaciones de diseño destinadas a mejorar la experiencia de los AM con Facebook y desde *tablets*. Posteriormente, en segunda instancia, se define y aplica un ciclo de prototipado dirigido por nuestras recomendaciones de diseño y basado en los principios de la metodología ágil Lean UX (Gothelf y Seiden, 2014).

El ciclo iterativo-incremental propuesto, el cual utiliza dos herramientas de prototipado (de baja y de alta fidelidad), prioriza un desarrollo centrado en las necesidades y preferencias de los AM. El prototipo resultante propone un diseño alternativo de red social para *tablet*, mejorando la experiencia de los usuarios AM y, por ende, propiciando la integración social virtual de este grupo creciente de ciudadanos.

2. Antecedentes

Las características que diferencian los dispositivos móviles de los ordenadores convencionales, tales como el tamaño, el tipo de interacción, la ubicuidad, entre otras, requieren que

el diseño de IU proporcione una buena UX que considere dichas características. Tal como se describe en Flamarich (2013), existen valiosos recursos que contribuyen al diseño de IU para dispositivos móviles. A continuación, se presentan brevemente solo algunos de los antecedentes que se han estudiado y analizado en profundidad durante esta investigación para dar soporte a este trabajo de investigación.

Las características que diferencian los dispositivos móviles de los ordenadores convencionales requieren que el diseño de IU proporcione una buena UX que considere dichas características

2.1. Accesibilidad web-usabilidad-UX

Según Nielsen Norman Group⁴, la «UX» es un concepto integrador de todos los aspectos de la interacción entre el usuario final y la compañía, sus servicios y productos. Si bien esta es solo una de las numerosas definiciones que existen acerca de un concepto no trivial, como lo es la UX, su lectura pone en evidencia que para abordar el tratamiento de la UX es necesario un enfoque fundamentalmente interdisciplinario.

La usabilidad y accesibilidad web son propiedades de calidad que contribuyen fuertemente a mejorar la UX. La accesibilidad web, cuyo referente máximo es el World Wide Web Consortium (W3C)⁵, se enfoca en facilitar a las personas el acceso e interacción al contenido web.

Las recomendaciones de accesibilidad (W3C, 2018) proporcionan técnicas de uso del *markup language* para desarrollar IU con código bien formado y accesible. Por otra parte, la usabilidad, cuyo referente máximo es Jakob Nielsen, se enfoca en alcanzar la facilidad de uso de las IU por parte de los usuarios web. Las recomendaciones de usabilidad asisten al diseño IU considerando diferentes aspectos (Budiu y Nielsen, 2015; Nielsen, 2013; Pernice, Estes y Nielsen, 2013).

Sin lugar a dudas, la usabilidad y accesibilidad web constituyen herramientas conceptuales que hay que considerar cuando el objetivo es crear una UX satisfactoria, limitada a las dimensiones de un dispositivo móvil.

Sin lugar a dudas, la usabilidad y accesibilidad web constituyen herramientas conceptuales que hay que considerar cuando el objetivo es crear una UX satisfactoria, limitada a las dimensiones de un dispositivo móvil

⁴ <<https://www.nngroup.com/people/jakob-nielsen/>>.

⁵ <<https://www.w3.org>>.

2.2. Herramientas de prototipado

El prototipo es una excelente herramienta que permite comunicar la intención de un diseño de forma práctica, clara y efectiva. Entre sus usos más comunes se incluyen trabajar en el diseño, evaluar la usabilidad e, incluso, evaluar la factibilidad técnica y económica de un producto (Warfel, 2009). Es importante determinar cuál es la audiencia y el objetivo del prototipo para definir con qué fidelidad es necesario prototipar. De acuerdo a la fidelidad del diseño de IU resultante, los prototipos pueden ser de «baja fidelidad» o de «alta fidelidad»; pero también, de acuerdo a la capacidad de ejecución del diseño de IU resultante, los prototipos pueden ser «ejecutables» o «no ejecutables». Las herramientas de prototipado se han vuelto muy populares en el campo de la UX, ya que permiten una interacción en tiempo real con los usuarios, poniéndolos en el centro del diseño.

Las herramientas de prototipado se han vuelto muy populares en el campo de la UX, ya que permiten una interacción en tiempo real con los usuarios, poniéndolos en el centro del diseño

Algunos ejemplos de herramientas de prototipado son Balsamiq Mockup⁶ (*wireframing* estáticos, con licencia, que proporciona prototipos de baja fidelidad), Pencil Project⁷ (soporte *wireframing open source* que proporciona prototipos de alta fidelidad) y Axure RP⁸ (*wireframing* interactivos, con licencia, que proporciona prototipos de alta fidelidad/ejecutables).

2.3. Metodologías ágiles y UX: Lean UX

A lo largo de los años, las metodologías de desarrollo utilizadas en el entorno digital han evolucionado sustancialmente para dar soluciones a los cambios del sector (Amaya, 2013). Algunos de los disparadores que propiciaron el diseño y desarrollo ágil son los productos más orientados a la web, la proliferación de los dispositivos móviles, el crecimiento notorio del movimiento *open source* y, más recientemente, el creciente interés en considerar la UX de los usuarios.

Particularmente, las propuestas basadas en ciclos ágiles resultan muy adecuadas para diseñar y desarrollar pensando en las necesidades y en las preferencias de los usuarios.

Lean UX (Gothelf y Seiden, 2014) ofrece una perspectiva completa de cómo los principios de Lean Startup (Ries, 2011) pueden aplicarse al contexto de la UX, conjugándolos con los conceptos de *customer development* (Blank, 2013), *design thinking* (Brown, 2008) y las

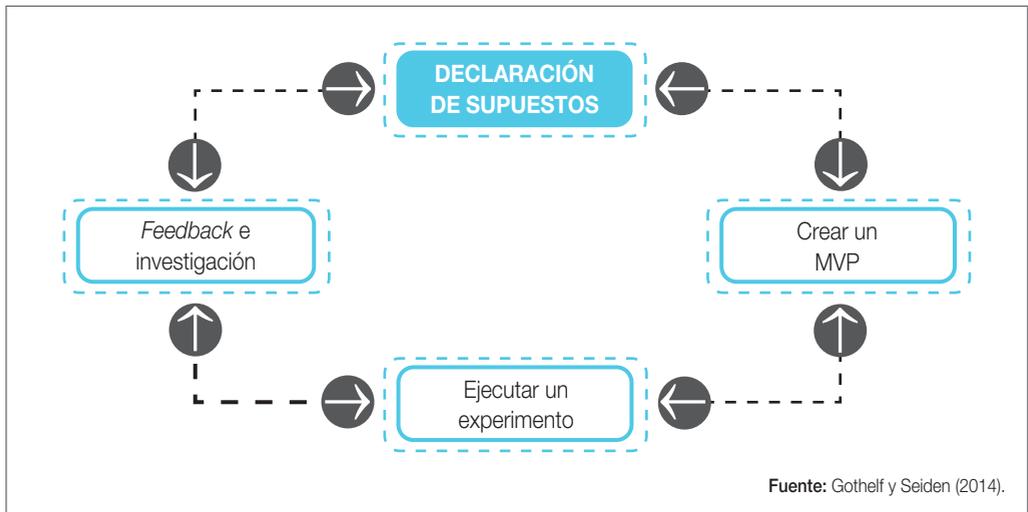
⁶ <<https://balsamiq.com>>.

⁷ <<https://pencil.evolus.vn>>.

⁸ <<https://www.axure.com>>.

metodologías de desarrollo ágil de *software*. La figura 1 ilustra el proceso propuesto por Lean UX. En el primer paso, se declara un conjunto de «suposiciones» (*assumptions*), las cuales le permiten al equipo del proyecto crear un punto de partida común. Esta declaración de supuestos saca las ideas de todos, revelando la divergencia de opiniones y exponiendo un amplio conjunto de posibles soluciones. Lean UX propone priorizar estas suposiciones a través de plantear «hipótesis» (*hypotheses*). La priorización entrega un conjunto de «declaraciones» (*statements*) que capturan los aspectos que hay que considerar por el diseño y que son lo suficientemente específicas como para ser probadas, y constituyen la hoja de ruta para disparar un ciclo de diseño colaborativo, ágil e iterativo-incremental (Gothelf y Seiden, 2014).

Figura 1. El proceso Lean UX



3. Nuestra propuesta

Los dispositivos de tipo *tablet* constituyen la alternativa más adecuada para los AM, principalmente, debido a las dimensiones de la pantalla táctil. Sin embargo, al interactuar con las redes sociales desde estos dispositivos, los AM ven muchas veces frustradas sus expectativas de uso debido a que el diseño de IU y la funcionalidad ofrecidos no responden a sus necesidades.

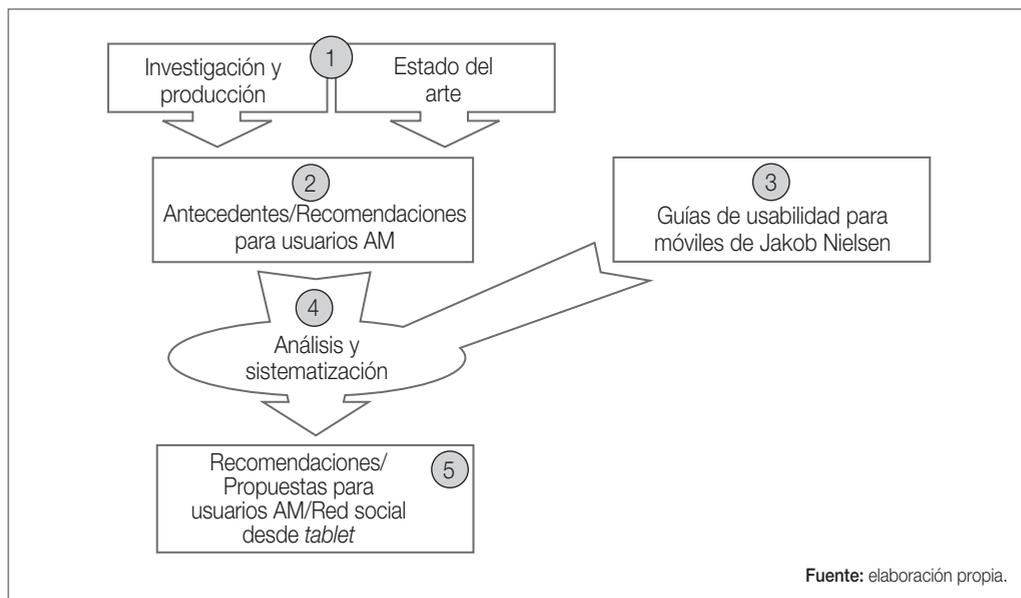
Los dispositivos de tipo *tablet* constituyen la alternativa más adecuada para los AM debido a las dimensiones de la pantalla táctil. Al interactuar con las redes sociales desde estos dispositivos, los AM ven muchas veces frustradas sus expectativas de uso porque el diseño de IU y la funcionalidad ofrecidos no responden a sus necesidades

3.1. Recomendaciones de diseño

Enfocados en mejorar la UX de los usuarios AM con las redes sociales y desde *tablets*, y como resultado de un proceso de análisis y sistematización llevado a cabo durante sucesivos trabajos de investigación e interacción con los usuarios AM (Cardozo *et al.*, 2017a, 2017b), finalmente, se propone un conjunto de 23 recomendaciones de diseño (RD). La figura 2 ilustra el proceso que se ha estado aplicando en la identificación y desarrollo de este conjunto de RD.

Enfocados en mejorar la UX de los usuarios AM con las redes sociales y desde *tablets*, y como resultado de un proceso de análisis y sistematización llevado a cabo durante sucesivos trabajos de investigación e interacción con los usuarios AM, finalmente, se propone un conjunto de 23 RD

Figura 2. Proceso de análisis y sistematización



En la figura 2 (paso 1), la experiencia recabada tras años de investigación enfocada en el diseño de IU usables y accesibles, y, en particular, dirigida a la población AM, conjuntamente con una revisión exhaustiva del estado de la cuestión, constituyen la entrada (paso 2) al proceso; mientras que en el paso 3, las guías de diseño de reconocidos referentes en áreas de usabilidad (Budiu y Nielsen, 2015; Nielsen, 2013; Pernice *et al.*, 2013) proveen una entrada adicional para mejorar la UX. De esta manera, las entradas (pasos 2 y 3) proveen contexto y soporte al proceso. Sobre esta sólida base de conocimientos de entrada, en el

paso 4 se realiza un proceso de análisis y sistematización dirigido por la experiencia recopilada durante años de trabajo con usuarios AM. Finalmente, en el paso 5, el resultado es un conjunto de 23 RD específicamente dirigidas a usuarios AM para mejorar la experiencia en el acceso e interacción con las redes sociales y desde *tablets*. El conjunto resultante de las 23 RD para usuarios AM, aplicables a IU de redes sociales y desde *tablets*, se organiza dentro de las siguientes cinco categorías:

1. Contenido.
2. Organización de la página.
3. Presentación de la información.
4. Vínculos y navegación del sitio.
5. Áreas y elementos objetivo.

Debido a cuestiones de espacio, en el cuadro 1 únicamente se presentan las RD correspondientes a la categoría 5.

Cuadro 1. Categoría 5 (áreas y elementos objetivo)

Dificultad experimentada por los AM	Recomendación
Dificultad para recordar la funcionalidad asociada a los distintos iconos utilizados en las interfaces de las aplicaciones web.	5.1. Los iconos utilizados en la interfaz deben ser iconos estándar, utilizados en otras aplicaciones. En caso de crearse iconos nuevos, estos deben asemejarse a elementos conocidos de la vida cotidiana (diseño <i>skeumorphism</i>).
Disminución de la capacidad motora, que dificulta la selección de áreas objetivo.	5.2. Limitar la cantidad de áreas objetivo a 10 por pantalla de la interfaz.
Disminución de la capacidad visual y dificultad para reconocer las áreas objetivo	5.3. En los dispositivos táctiles, los elementos que puedan ser objetivo deben tener un diseño acorde que sugiera la tarea que hay que ejecutar; por ejemplo, iconos/botones con apariencia 3D (diseño <i>affordance</i>).
Disminución de capacidades visual y motora.	5.4. Las áreas objetivo deben ocupar una superficie mínima de 1,5 cm (ancho) x 1 cm (alto) y tener una distancia de separación mínima de 1 cm entre ellas.
Disminución de la capacidad visual, dificultad para recordar la funcionalidad asociada a distintos iconos y dificultad para reconocer áreas objetivo.	5.5. Para las tareas más usadas, complementar los diseños <i>skeumorphism</i> y <i>affordance</i> con un texto descriptivo que permita reforzar la correcta comprensión de los mismos.

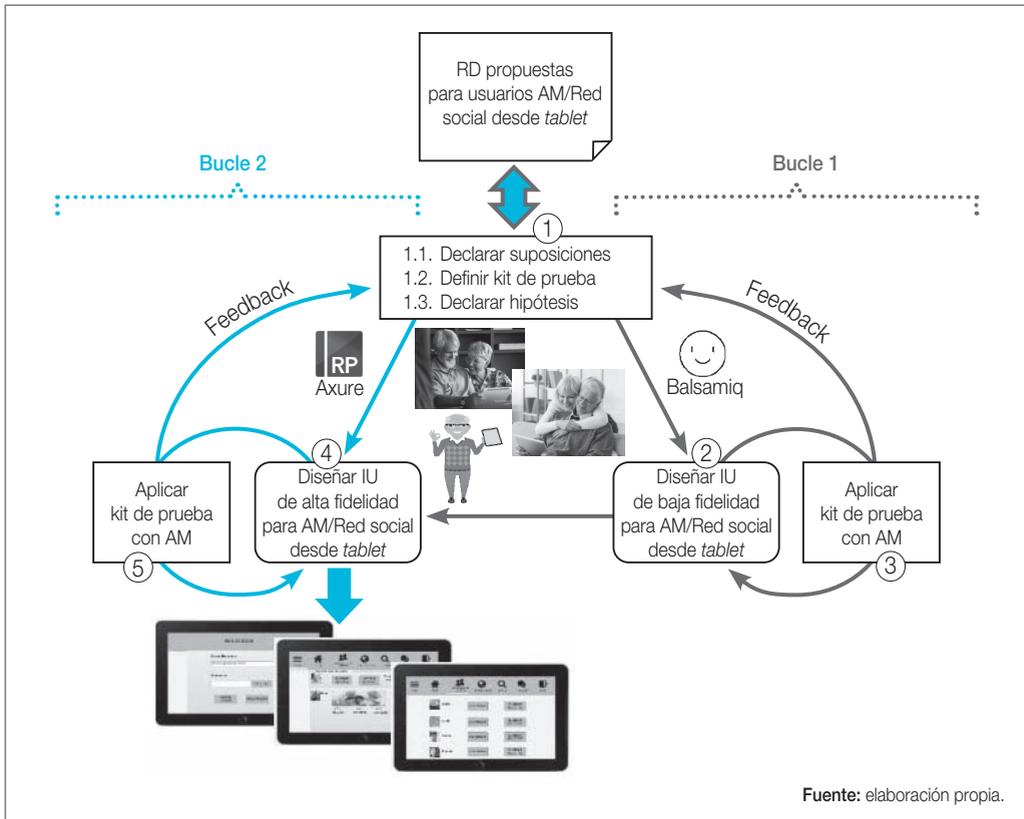
Fuente: elaboración propia.

3.2. CP centrado en AM

Con el propósito de aplicar nuestras RD, se define un ciclo de desarrollo que propone diseños tempranos e incrementales con la participación activa de los usuarios AM. La figura 3 ilustra el ciclo de prototipado (CP) propuesto, que está centrado en los usuarios AM, basado en la metodología ágil Lean UX y conducido por nuestras RD, las cuales guían la ejecución de todos los pasos (y sus respectivas actividades).

Con el propósito de aplicar nuestras RD, se define un ciclo de desarrollo que propone diseños tempranos e incrementales con la participación activa de los usuarios AM

Figura 3. CP centrado en AM



Tal como ilustra la figura 3, las RD son la única «entrada» al CP. A continuación, describimos brevemente cada uno de los pasos que componen el CP:

- **Paso 1.** Este paso es crucial en la ejecución del CP, ya que es central de los siguientes dos bucles iterativos e incrementales que permiten desarrollar:
 - Bucle 1 (pasos 1, 2 y 3): un prototipo de baja fidelidad.
 - Bucle 2 (pasos 1, 4 y 5): un prototipo de alta fidelidad.

En nuestro CP, el paso 1 de la metodología Lean UX (Gothelf y Seiden, 2014) se customiza en tres actividades:

- 1.1. Declarar suposiciones.
- 1.2. Definir kit de prueba.
- 1.3. Declarar hipótesis.

En la actividad 1.1, se declara una lista de suposiciones acerca de las características y funcionalidades ofrecidas en la IU de la red social Facebook. Debido a que la declaración de la lista de suposiciones está guiada por nuestras RD (desarrolladas sobre las necesidades y preferencias de los usuarios AM), todas las suposiciones deben ser consideradas en el desarrollo de los prototipos y, por lo tanto, se omite la instrumentación de la matriz de priorización de suposiciones propuesta por la metodología Lean UX. A partir de cada suposición, en la actividad 1.3, se declara una lista de hipótesis; y debido a que la declaración de cada hipótesis a partir de cada suposición debe incluir un mecanismo de validación, en la actividad 1.2 de nuestro CP se define un kit de prueba. Este kit de prueba se compone de un conjunto de tareas, las cuales permitirán disparar la interacción entre los usuarios AM y los diseños de IU propuestos por los prototipos de baja y de alta fidelidad. Es importante señalar que los usuarios AM en los que se centra el CP se modelan aplicando el método de protopersonas, tal como propone Lean UX (Gothelf y Seiden, 2014).

Lean UX utiliza funciones para satisfacer las necesidades de los usuarios. En nuestra propuesta, las tareas son las encargadas de alcanzar este objetivo. A continuación, se describen los bucles 1 y 2, ambos con origen en el paso 1 de nuestro CP.

- **Bucle 1 (pasos 1, 2 y 3 del CP).** En el paso 2, se propone un primer diseño de IU con un prototipo de baja fidelidad usando la herramienta Balsamiq Mockups. A continuación, en el paso 3, el prototipo de baja fidelidad es evaluado por los usuarios AM, quienes interactúan ejecutando el conjunto de tareas que componen el kit de prueba. El *feedback* obtenido permite validar la lista de hipótesis y determinar la continuidad (o no) del prototipo propuesto. De acuerdo al resultado obtenido en la validación de las hipótesis, se procede a mejorar el prototipo o se plantea la revisión de la lista de suposiciones, según corresponda. El entregable que resulta de ejecutar el bucle 1 es un prototipo de baja fidelidad final.

- **Bucle 2 (pasos 1, 4 y 5 del CP).** En el paso 4, con base en el prototipo de baja fidelidad final, se propone un segundo diseño de IU con un prototipo de alta fidelidad, usando la herramienta Axure RP. A continuación, en el paso 5, el prototipo de alta fidelidad es evaluado por los usuarios AM, quienes interactúan ejecutando el conjunto de tareas que componen el kit de prueba. Nuevamente, el *feedback* obtenido determina la permanencia en el bucle y las acciones que hay que tomar durante la continuidad de la ejecución del mismo. El entregable que resulta de ejecutar el bucle 2 es un prototipo de alta fidelidad final y constituye la «salida» del CP. Es importante destacar que los pasos 2, 3 y 4 de la metodología Lean UX (Gothelf y Seiden, 2014) son customizados e implementados por los bucles 1 y 2 del CP.

3.3. Aplicación del CP centrado en AM

Para comenzar con la aplicación del CP centrado en AM, resulta pertinente realizar una breve, pero no por ello menor, caracterización del grupo de usuarios: los AM. A tal efecto, a continuación, explicamos el origen de la muestra.

3.3.1. Definición de la muestra

Los usuarios AM que participaron en este proyecto del GIFIS (UNPA, 2010) son alumnos que asistieron a los talleres de computación desarrollados en el marco del programa Universidad para Adultos Mayores Integrados (UPAMI) (Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados, 2017) en la UNPA (ciudad de Caleta Olivia). El rango de edad oscila entre 65 y 85 años.

Se definió realizar diversas réplicas del taller (Saldaño *et al.*, 2018a) debido a que la cantidad de AM en la ciudad de Caleta Olivia es escasa (Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina [INDEC], 2019), y más aún los AM interesados en participar en la propuesta. Cabe destacar que los diversos talleres dictados por el GIFIS para este sector de la población, en promedio, convocan inicialmente a 10 AM por cada taller, disminuyendo la cantidad de AM que logran finalizar. Debido a esto, de los 10 AM que inician cada taller, en este proyecto solo participaron en las pruebas aquellos que lograron culminar cada taller. De esta manera, a través de las diversas réplicas del taller (Saldaño *et al.*, 2018a) se pudo reunir una cantidad de AM para obtener una muestra representativa.

A los efectos de determinar la cantidad de los AM que debían participar en la realización del kit de prueba, y utilizando los datos provistos por el Censo Nacional de la Población de 2010 de Argentina (INDEC, 2019), se trabajó sobre las siguientes consideraciones:

- El total de población con 65 años o más en la ciudad de Caleta Olivia es de 2.718 personas.

- En la provincia de Santa Cruz, se analizó el uso de ordenadores por parte de la población con 65 años o más, como se observa en el cuadro 2 (donde el rango de edad para esta franja etaria se inicia en los 60 años).
- Particularmente, para la ciudad de Caleta Olivia, los datos provistos corresponden al departamento Deseado, el cual incluye las ciudades de Puerto Deseado, Caleta Olivia, Cañadón Seco, Jaramillo, Koluel Kaike, Las Heras y Pico Truncado. A tal efecto, se analizan los datos provistos por el Censo Nacional de la Población de 2010 de Argentina (INDEC, 2019):
 - Población AM del departamento Deseado: 5.055 personas.
 - Población AM que usa ordenadores en el departamento Deseado: 1.239 personas (de acuerdo al cuadro 2).

Cuadro 2. Uso de ordenador personal según edad

Cuadro P8-D. Provincia de Santa Cruz/Departamento Deseado/ Población de 3 años y más en viviendas particulares por utilización de computadora según edad (año 2010)			
Edad	Población de 3 años y más en viviendas particulares	Utilización de computadora	
		Sí	No
Total	98.925	65.355	33.570
3-5	6.665	3.189	3.476
6	2.184	1.506	678
7	2.103	1.571	532
8	2.016	1.631	385
9	2.012	1.677	335
10	2.151	1.870	281
11	2.016	1.814	202
12	2.067	1.844	223
13	1.952	1.751	201
14	2.039	1.802	237
15-19	9.747	8.463	1.284
20-24	9.099	6.906	2.193
25-29	9.688	6.995	2.693
30-34	9.735	6.947	2.788
35-39	7.893	5.348	2.545



Cuadro P8-D. Provincia de Santa Cruz/Departamento Deseado/ Población de 3 años y más en viviendas particulares por utilización de computadora según edad (año 2010)			
Edad	Población de 3 años y más en viviendas particulares	Utilización de computadora	
		Sí	No
40-49	11.842	7.214	4.628
50-59	8.219	3.588	4.631
60-69	4.403	976	3.427
70-79	2.340	226	2.114
80 y más	754	37	717

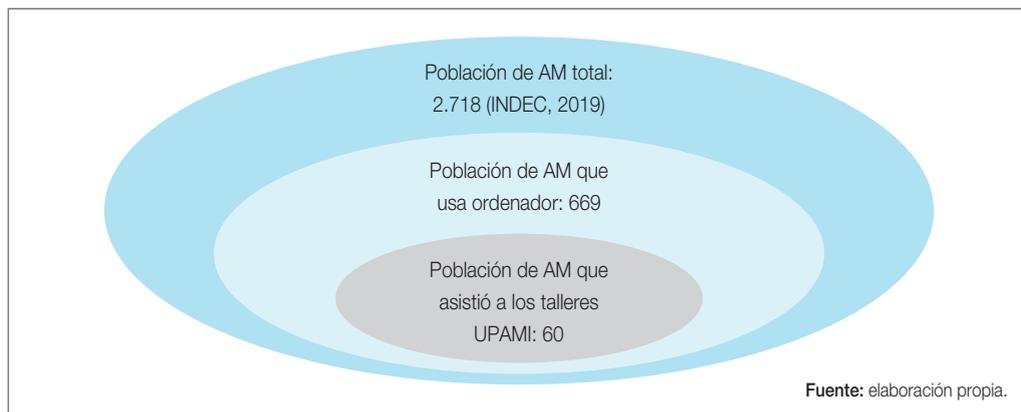
Fuente: INDEC (2019).

Teniendo presente que la población AM en la ciudad de Caleta Olivia es de 2.718 personas, lo que representa aproximadamente el 54% de la población AM del departamento Deseado, es posible realizar una estimación porcentual de la población AM que en Caleta Olivia utiliza ordenadores, siendo este valor de 669 personas.

- A partir de los 669 AM que usan ordenadores es posible identificar, según registros internos del GIFIS, que la cantidad de AM que se interesaron y asistieron a los talleres del UPAMI en el periodo 2016-2019 (se considera este periodo porque a partir del año 2016 se comenzó a trabajar con los AM teniendo presente el objetivo de esta tesis) fue de 60 personas.

A continuación, en la figura 4 se presentan gráficamente los datos explicados anteriormente.

Figura 4. Población de AM que asistió a los talleres del UPAMI en Caleta Olivia (2016-2019)



A partir de estos datos se determina el tamaño que debe tener la muestra de AM para que la misma sea representativa de la población en estudio. Para ello se aplica la siguiente fórmula estadística (véase ecuación 1), que permite determinar el tamaño de una muestra de población finita (Vivanco, 2005).

Ecuación 1. Tamaño de la muestra de población finita

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

- Z = Coeficiente de confiabilidad.
- N = Tamaño de la población o universo.
- p = Proporción de éxito.
- q = Proporción de fracaso ($q = 1 - p$).
- e = Margen de error.

Al aplicar la fórmula se consideraron los siguientes datos:

- Nivel de confianza = 90 % y $Z = 1,645$.
- $N = 60$.
- $p = 0,50$.
- $q = 0,50$.
- $e = 10\%$.

A partir de los cálculos realizados se obtiene una muestra representativa de la población AM interesada en el uso de ordenadores, con un nivel de confianza del 90 % y un margen de error del 10 %. Se concluye que se requiere realizar el kit de prueba a 32 AM. Por lo tanto, fueron convocados AM que participaron en los talleres desarrollados por el GIFIS y que usaban y/o manifestaban interés por las redes sociales. Al ejecutar el CP, nuestro propósito es desarrollar un diseño alternativo de red social para Facebook, enfocado en mejorar la UX de los AM desde *tablets*. Por lo tanto, en primera instancia, se analiza una red social ya existente (Facebook), considerando que la misma es utilizada por usuarios AM y desde *tablets*. Mantener en mente este objetivo es posible debido a que las RD conducen todo el CP.

Al ejecutar el CP, nuestro propósito es desarrollar un diseño alternativo de red social para Facebook, enfocado en mejorar la UX de los AM desde *tablets*

3.3.2. Ejecución paso a paso del CP centrado en AM

Entrada (recomendaciones de diseño)

Ya se señaló que el CP es dirigido por nuestras RD desde el punto de entrada inicial y hasta el punto de salida, que entrega un prototipo final.

Paso 1 (1.1. Declarar suposiciones/1.2. Definir kit de prueba/1.3. Declarar hipótesis)

En la actividad 1.1, se elabora una lista de suposiciones enfocada en el usuario AM.

La lista de suposiciones se declara a partir de la hoja de suposiciones de usuario AM, considerando las RD que reflejan las necesidades y las preferencias de los usuarios AM. Por ejemplo, la figura I ilustra la pregunta 5 de la hoja de suposiciones de usuario AM resultante.

Figura I. Hoja de suposiciones de usuario AM

Hoja de suposiciones de usuario AM

5. Respecto a los iconos usados para acceder a las distintas funcionalidades: ¿el tamaño de los mismos es acorde a las necesidades de los usuario?, ¿son los mismos (o similares) a los de otras redes sociales/aplicaciones?, ¿evidencian la funcionalidad para la que se los usa? y ¿están situados en una barra de pestañas visible y de fácil acceso en todo momento?

Fuente: elaboración propia.

Así, por ejemplo, en el cuadro I, se presenta la suposición 5 de la lista de suposiciones declarada a partir de la hoja de suposiciones de usuario AM.

Cuadro I. Suposición 5 de la lista de suposiciones

Número de pregunta	Suposición
5	5. Los AM tienen dificultad para clicar en los iconos debido a que el tamaño de los mismos es, en general, pequeño para asociar un icono con su correspondiente funcionalidad, es decir, no todos los iconos evidencian su funcionalidad y presentan dificultad para localizar las opciones de búsqueda y/o filtro.

Fuente: elaboración propia.

► (cont.) Paso 1.

En la actividad 1.2, se define un kit de prueba, el cual será ejecutado por los usuarios AM para evaluar los prototipos de baja y de alta fidelidad en los bucles 1 y 2 del CP, respectivamente. El kit de prueba propuesto se compone de las siguientes seis tareas:

1. Iniciar sesión/cerrar sesión.
2. Buscar un contacto.
3. Enviar mensaje
4. Realizar publicación.
5. Ver notificación.
6. Aceptar solicitud de amistad.

El cuadro II presenta la tarea 4 del kit de prueba. Cada tarea se compone de un conjunto de acciones que han de ejecutar los usuarios AM.

Las columnas tres y cuatro permiten asociar el prototipo (de baja o de alta fidelidad) con la acción que hay que ejecutar. Esta asociación divide el kit de prueba en dos conjuntos de tareas y acciones que han de ejecutar los usuarios AM para cada uno de los bucles del CP.

El cuadro III muestra la planilla de evaluación, que se utiliza para registrar los resultados de ejecutar las tareas (y sus acciones) por parte de los usuarios AM, utilizando Facebook y los prototipos de baja y alta fidelidad desde *tablets*.

Cuadro II. Tarea 4 del kit de prueba

Tarea	Acción que hay que evaluar	Prototipo de baja fidelidad	Prototipo de alta fidelidad	Suposición asociada	Recomendación aplicada
4. Realizar publicación	Identificar y seleccionar el botón para definir el tipo de publicación (escribir texto o grabar audio).	X		1, 2, 3, 4 y 5	1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.3, 3.5, 3.7, 3.8, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5
	Escribir la publicación.		X		
	Grabar la publicación.		X		
	Identificar y seleccionar el botón para publicar.	X			
	Identificar y seleccionar el botón para eliminar.		X		
	Identificar y seleccionar el icono para retornar a la página principal.	X			

Fuente: elaboración propia.

► (cont.) Paso 1.

Cuadro III. Planilla de evaluación

Crterios	Valores
Sexo	Femenino/Masculino.
Edad	Numérico.
Tarea	Indicar la tarea evaluada.
Grado de dificultad	Fácilmente/Con Asistencia/No la realizó.
Tipo de dificultad	Se desorientó/No lo encontró/No lo entendió/Problemas con objetivos táctiles (identificación-selección).
Grado de satisfacción	Alto/Medio/Bajo (estos valores están asociados al grado de dificultad).
Comentarios	Texto.

Fuente: elaboración propia.

En la actividad 1.3, por cada suposición de la lista de suposiciones se declara una hipótesis de la lista de hipótesis. Por ejemplo, a partir de la suposición 5, en el cuadro IV se declara la hipótesis 5 y se define su respectiva validación a partir del kit de prueba.

Cuadro IV. Hipótesis 5 de la lista de hipótesis

Número de suposición	Hipótesis
5	<p>Un diseño de IU de una red social que incluye iconos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Similares a los utilizados por otras redes sociales/aplicaciones.• De tamaño mediano/grande.• De imagen estática, acompañada con una descripción textual de su funcionalidad.• Situados en una barra de menú de navegación visible con tamaño amplio y de fácil acceso. <p>Incrementará la frecuencia de uso por parte de los usuarios AM.</p> <p>Validación: la hipótesis 5 se verifica cuando los usuarios AM identifiquen y seleccionen adecuadamente los iconos requeridos para ejecutar todas las tareas del kit de prueba.</p>

Fuente: elaboración propia.

Es necesario describir al grupo de usuarios AM en los que se centra la ejecución del CP. Para ello usamos el método de protopersonas que aplica Lean UX (Gothelf y Seiden, 2014).

► (cont.) Paso 1.

Usuarios AM como personas

Los usuarios en los que se centra el desarrollo son 32 AM residentes en la región patagónica que asisten al taller (Saldaña *et al.*, 2018a) desarrollado en el marco del Proyecto de Extensión y Vinculación. El rango de edades oscila entre los 65 y los 85 años y predomina el sexo femenino (29 mujeres y 3 hombres). Como característica común, todos manifiestan que han tomado contacto con el mundo de la tecnología con ayuda de sus hijos o nietos. A partir de una intensa interacción con los 32 AM participantes, se definen tres modelos de personas: Carmen, Claudio y María. La figura II, por ejemplo, nos informa sobre Carmen.

Figura II. Modelo de personas: usuario AM Carmen



Tareas y resultados esperados

Lean UX propone definir funciones y, por cada una de estas funciones, los resultados que se esperan alcanzar para satisfacer a los usuarios.

En nuestra propuesta, las tareas del kit de prueba son las encargadas de alcanzar este objetivo. El cuadro V presenta los resultados esperados para la tarea 4 del kit de prueba.



► (cont.) Paso 1.

Cuadro V. Resultados esperados de la tarea 4

Tarea	Resultados esperados
4. Realizar publicación	<p>Incrementar el número de usuarios AM que puedan realizar con éxito las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acceder a la interfaz que permite realizar la publicación. • Ingresar los datos (escribir texto/grabar audio) de la publicación. • Identificar y seleccionar cada uno de los iconos/botones requeridos para la ejecución de la tarea. • Completar la tarea con éxito. • Retornar a la página principal.

Fuente: elaboración propia.

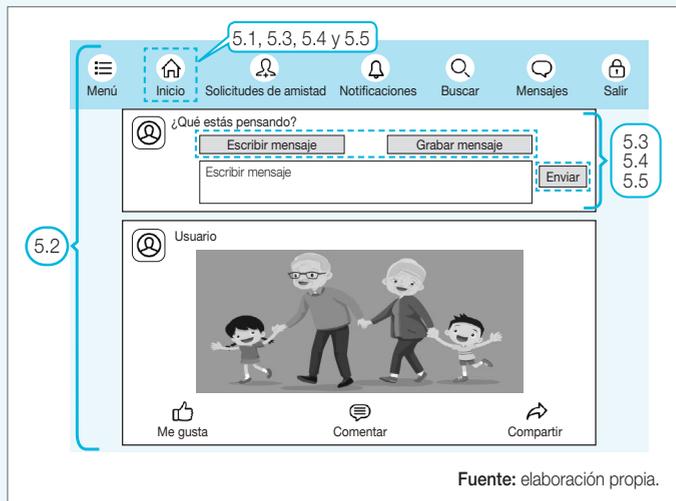
Ejecutadas las actividades del paso 1, se inicia el bucle 1 del CP.

Bucle 1 (pasos 1, 2 y 3 del CP)

Concretado el paso 1, en el paso 2 se propone un primer prototipo de baja fidelidad. El diseño se enfoca en la presentación que hay que transmitir a los usuarios AM, definiendo la distribución, la apariencia visual y el tamaño de los elementos de las IU requeridas por cada una de las tareas. En el paso 3, este prototipo es evaluado por los usuarios AM, a quienes se les dirige y observa al ejecutar las acciones indicadas por el kit de prueba para cada una de las tareas. Los resultados se registran utilizando la planilla de evaluación (véase cuadro III), cuyo *feedback* se utiliza para validar el listado de hipótesis y determinar la finalización del bucle 1 con la entrega del prototipo de baja fidelidad final.

La figura III presenta el diseño de la IU de baja fidelidad final para la tarea 4. Particularmente, en la figura III se resaltan las RD de la categoría 5, que se aplican en la definición de la IU para la tarea 4. Es importante observar, por ejemplo, que para definir el icono de Inicio necesario para la acción «Identificar y seleccionar el icono para retornar a la página principal» se han aplicado las RD 5.1, 5.3, 5.4 y 5.5 de la categoría 5 del cuadro I.

Figura III. Prototipo de IU de baja fidelidad para la tarea 4



Fuente: elaboración propia.

Bucle 2 (pasos 1, 4 y 5 del CP)

En el paso 4, incorporando el diseño de la presentación de las IU del prototipo de baja fidelidad final, se propone un prototipo de alta fidelidad cuyo diseño se enfoca en incorporar las funcionalidades básicas requerida por cada una de las tareas. En el paso 5, este prototipo es evaluado por los usuarios AM y, nuevamente, de la misma manera que en el bucle 1, hasta que con el *feedback* obtenido se determine la finalización del bucle 2. La figura IV presenta el diseño de la IU de alta fidelidad final para la tarea 4, que se entrega a la «salida» del CP. Particularmente, en la figura IV, se resaltan las RD de la categoría 5, que se aplican en la definición de la IU para la tarea 4. Es importante observar, por ejemplo, que para definir los iconos de la barra de pestañas se siguen manteniendo en mente las RD 5.1, 5.3, 5.4 y 5.5 de la categoría 5 del cuadro 1.

También, se observa que los iconos de Notificaciones y Salir, situados en la barra de herramientas, han sido reemplazados para reforzar el diseño *skeuomorphism* y *affordance* (según prescribe la categoría 5 de nuestras RD). Esta mejora, relacionada con la apariencia visual de elementos de la IU, se realiza haciendo uso de las ventajas que ofrece una herramienta para desarrollar prototipos de alta fidelidad. Además, en la figura IV se observa la inclusión del botón Eliminar en el prototipo de alta fidelidad. Este botón se incluye para dar respuesta a reiterados comentarios de los usuarios AM (registrados en la «planilla de evaluación» del cuadro III) acerca de la necesidad de mantener visible y con fácil acceso la opción de eliminar una publicación.

Figura IV. Prototipo de IU de alta fidelidad para la tarea 4



Fuente: elaboración propia.

► (cont.) Bucle 2.

Tal como ya señalamos, las cinco categorías de las RD dirigen el CP y las decisiones de diseño en el desarrollo de ambos prototipos. Sin embargo, y debido a que, por razones de espacio, en este estudio solo se ha trabajado en ambos prototipos con la categoría 5 (áreas y elementos objetivo de las RD), el efecto de aplicar las prescripciones de esta categoría en particular se hace más evidente en el prototipo de baja fidelidad (que se focaliza en la presentación que hay que transmitir a los usuarios AM) que en el prototipo de alta fidelidad (que se focaliza en las funcionalidades básicas que hay que ofrecer a los usuarios AM).

4. Resultados obtenidos y discusión

Como se señalaba con anterioridad, la evaluación de Facebook y de los prototipos de baja y alta fidelidad por parte de los usuarios AM se lleva a cabo aplicando el kit de prueba y registrando los resultados en la planilla de evaluación. Los 32 usuarios AM participantes tienen un rango de edad que oscila entre los 69 y los 86 años y predomina el sexo femenino (18 mujeres y 2 hombres). Los resultados finales se reflejan en tres cuadros, uno por cada producto evaluado: Facebook, prototipo de baja fidelidad final y prototipo de alta fidelidad final. A continuación, el cuadro 3 combina y presenta solo los resultados obtenidos de la evaluación de la tarea 4 para los tres productos evaluados.

Cuadro 3. Resultados de la ejecución de la tarea 4

Cantidad de AM Tarea	Grado de dificultad			Tipo de dificultad				
	Fácilmente	Con asistencia	No la realizó	Se desorientó	No lo encontró	No lo entendió	Problemas con objetivos táctiles	
							Identif.	Selecc.
Facebook	6	22	4	3	7	3	7	6
Prototipo de baja fidelidad	22	10	0	6	4	0	0	0
Prototipo de alta fidelidad	30	2	0	2	0	0	0	0

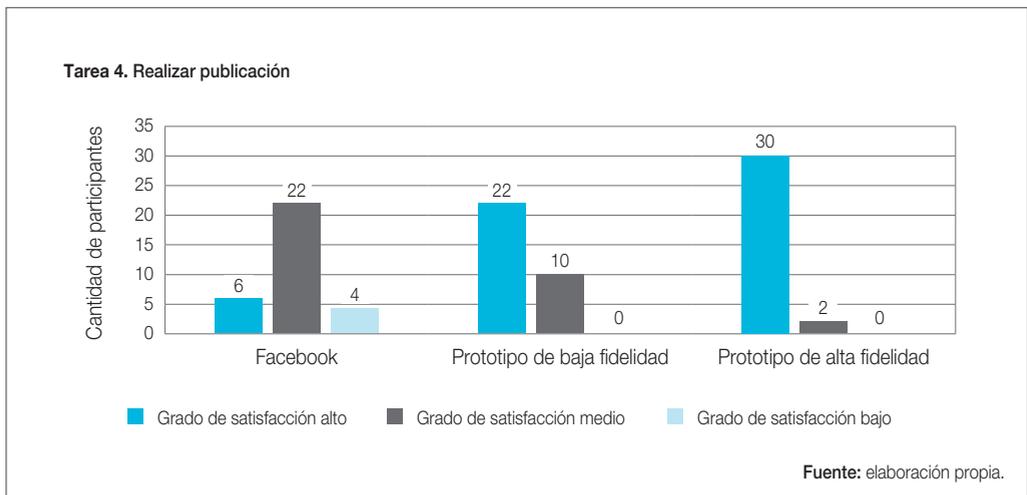
Fuente: elaboración propia.

El cuadro 3 pone en evidencia que los prototipos desarrollados por nuestro CP han logrado alcanzar los resultados esperados de la tarea 4 que se presentaron en el cuadro V al

incrementar notablemente el número de usuarios AM que pudieron realizar con éxito las acciones correspondientes a la tarea 4. Por ejemplo, observando los resultados de la columna «Grado de dificultad», en Facebook, el 12 % de los usuarios AM realizó la tarea 4 «fácilmente», el 69 % la realizó «con asistencia» y el 12 % «no la realizó», mientras que, en el prototipo de baja fidelidad final, el 69 % de los usuarios AM realizó la tarea 4 «fácilmente», el 31 % la realizó «con asistencia» y ninguno de los 32 usuarios AM «no la realizó». Y, por último, en el prototipo de alta fidelidad final, el 94 % de los usuarios AM realizó la tarea 4 «fácilmente» y el 6 % la realizó «con asistencia». En el cuadro 3, otro aspecto relevante que hay que señalar es la reducción al 0 % de los usuarios AM que tuvieron «problemas con objetivos táctiles» en los prototipos de baja y alta fidelidad finales. Esto es debido a la aplicación de las RD de la categoría 5 (áreas y elementos objetivo) que presenta el cuadro 1, que dieron la solución a los problemas de identificación y selección de los objetivos táctiles por parte de los usuarios AM.

Cabe destacar que, a partir de las tres tablas obtenidas al evaluar Facebook y de los prototipos de baja y de alta fidelidad finales, los resultados fueron analizados de diferentes maneras para determinar si el diseño alternativo de red social (desarrollado por nuestro CP para *tablets*) mejora la experiencia de los usuarios AM. Por ejemplo, la figura 5 asocia el «grado de dificultad» (fácilmente/con asistencia/no la realizó) experimentado por los usuarios AM al ejecutar la tarea 4 con el «grado de satisfacción» (alto/medio/bajo) para los tres productos evaluados. Creemos que esta asociación es posible porque, si un usuario AM no experimenta dificultades al ejecutar las acciones que componen una tarea, se fortalece su confianza y seguridad en el uso del producto. De esta manera, el usuario AM va a estar más satisfecho si alcanza con éxito el objetivo buscado, el cual, para el caso que hemos utilizado como ejemplo, consiste en poder realizar una publicación.

Figura 5. «Grado de satisfacción» asociado al «grado de dificultad»



De esta manera, los resultados obtenidos constituyen un avance en el uso de las redes sociales por parte de los AM a la luz de los trabajos relacionados, estudiados y analizados.

Avanzando en la línea de investigación propuesta en Miranda *et al.* (2014) en el presente trabajo, los usuarios AM logran interactuar con un prototipo de alta fidelidad. Respecto al proyecto Enred@te presentado por la TECSOS destacamos que el perfil de los usuarios AM que participaron en la realización del kit de prueba no está limitado a una organización/fundación específica, sino que está enfocado en los AM interesados en el uso de las redes sociales. Analizada la plataforma +Simple, destacamos los logros alcanzados por los AM del actual trabajo al tener la posibilidad de interactuar con un diseño alternativo de red social para Facebook, enfocado en mejorar la UX de los AM desde *tablets*.

En Sulmont *et al.* (2018) se identifican importantes barreras en el uso de Facebook pero con una cantidad limitada de AM. Es así que para el actual trabajo se realizó un análisis exhaustivo con la finalidad de determinar el número de AM participantes, resultando 32 AM.

En Gomes *et al.* (2014) los resultados muestran que las tareas son más fáciles de realizar en el prototipo que en la aplicación nativa de Facebook. De manera similar, logramos demostrar que el diseño de un prototipo de interfaz adaptado a las necesidades de los AM permite mejorar la interacción de los AM con la red social Facebook desde *tablets*. Por ejemplo, se puede establecer un paralelo entre la tarea «Post» de Gomes *et al.* (2014) y las tareas «Enviar mensaje» y «Realizar publicación» de nuestro trabajo. En ambos casos se evidencia una mejora en la UX al realizar la tarea en el prototipo final respecto de Facebook, permitiendo que las mismas sean realizadas por casi la totalidad de los AM participantes en ambos trabajos.

5. Conclusiones y trabajos futuros

Es un hecho que las personas prefieren los dispositivos móviles a la hora de interactuar en su vida cotidiana. Particularmente, las redes sociales constituyen un instrumento digital vital para la integración ciudadana, social y también familiar, asistiendo a la superación de brechas generacionales y geográficas.

En este contexto, los usuarios AM no son ajenos a esta tendencia mundial y, en particular, cuando se trata de acceder a una red social desde un dispositivo móvil, prefieren hacerlo desde uno de tipo *tablet*. Estas herramientas digitales son vitales para la integración de los usuarios AM. No obstante, muchos usuarios AM manifiestan frustración y falta de uso frecuente de las mismas, debido a que los diseños IU no están pensados para brindar la confianza y seguridad que ellos necesitan.

En este trabajo, tal como se mencionó en el apartado 3.1, se propone un conjunto de 23 RD para mejorar la experiencia de los usuarios AM en redes sociales y desde *tablets*. Cada una de las cinco categorías propuestas en las RD se enfoca en mejorar la UX desde diferentes aspectos, tales como ofrecer una interfaz más simple, brindar un entorno intuitivo, mitigar dificultades de visión y motoras, facilitar la navegación en la página, mejorar la disposición de los elementos objetivo en la pantalla del dispositivo y la aplicación de diseño *skeumorphism* y *affordance*.

Posteriormente, se define y aplica un CP iterativo e incremental, dirigido por nuestras RD y basado en la metodología Lean UX (Gothelf y Seiden, 2014), centrado en los AM (véase apartado 3.2).

Las pruebas efectuadas ponen en evidencia que el diseño alternativo de red social propuesto para *tablets* permite a los usuarios AM:

1. Reducir notablemente el grado y el tipo de dificultades que experimentan al usar la red social Facebook.
2. Incrementar el número de tareas (y sus respectivas acciones) ejecutadas con éxito.
3. Debido a los puntos 1 y 2 se logra incrementar el grado de satisfacción y, por ende, contribuir a mejorar la UX.

Estos resultados pueden observarse en el cuadro 3 del apartado 4 de este trabajo.

Sin embargo, aún existen algunos aspectos que requieren proseguir con este trabajo, tales como:

- Enriquecer los diseños de los prototipos para incluir otras tareas que no fueron contempladas en esta investigación.
- Extender las pruebas, incluyendo otros grupos de usuarios AM.
- Seguidamente, implementar el prototipo de alta fidelidad final como una alternativa concreta de red social para que sea utilizado por los usuarios AM desde *tablets*.

Asimismo, cabe señalar que nuestra propuesta, compuesta por RD + CP, sienta las bases para customizar, extender y/o generalizar la aplicación de la misma al diseño y al desarrollo de otros productos destinados a usuarios pertenecientes a la población AM.

Referencias bibliográficas

- Amaya Balaguera, Y. D. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. *Revista de Tecnología-Journal of Technology*, 12(2), 111-124. Recuperado de <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041502>> (consultado el 11 de diciembre de 2019).
- Barroso Osuna, J. y Aguilar Gavira, S. (2017). Uso e interés por las redes sociales entre las personas mayores desde una perspectiva de género. Un estudio en las universidades de mayores andaluzas. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 7, 51-71. Recuperado de <<https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/issue/view/18>> (consultado el 11 de diciembre de 2019).
- Blank, S. (2013). *The Four Steps to the Epiphany*. K&S Ranch.
- Brown, T. (2008). *Design Thinking*. Harvard Business School Publishing Corporation.
- Budiu, R. y Nielsen, J. (2015). *User Experience for Mobile Applications and Websites. Design Guidelines for Improving the Usability of Mobile Sites and Apps* (3.ª ed.). Fremont, California, EE. UU.: Nielsen Norman Group.
- Cardozo, C., Martín, A. y Saldaño, V. (2017a). Abuelos del siglo XXI: una propuesta para mejorar la experiencia en el uso de redes sociales desde dispositivos móviles. *CONA/ISI 2017*, 2 y 3 de noviembre de 2017 (pp. 478-487). Universidad Tecnológica Nacional/Facultad Regional Santa Fe, Argentina.
- Cardozo, C., Martín, A. y Saldaño, V. (2017b). Los adultos mayores y las redes sociales: analizando propuestas para mejorar la interacción. *Informe Científico Técnico UNPA (ICT-UNPA)*, 9(2), 1-29.
- Cornejo, R., Weibel, N., Tentori, M. y Favela, J. (2015). Promoting active aging with a paper-based SNS application. *Proceedings 9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (Pervasive Health '15)* (pp. 209-212). Estambul, Turquía: Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering (ICST).
- Duggan, M. (19 de agosto de 2015). The demographics of social media users. *Pew Research Center: Internet & Technology*. Recuperado de <<http://www.pewinternet.org/2015/08/19/the-demographics-of-social-media-users/>> (consultado el 21 de septiembre de 2019).
- Flamarich Zampalo, J. (2013). *Diseño de interfaces para dispositivos móviles*. Barcelona: Fundación para la Universitat Oberta de Catalunya.
- Gomes, G., Duarte, C., Coelho, J. y Matos, E. (2014). Designing a Facebook interface for senior users. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-8.
- Gothelf, J. y Seiden, J. (2014). *Lean UX: cómo aplicar los principios Lean a la mejora de la experiencia de usuario*. Logroño, España: Universidad Internacional de La Rioja, SA.
- INDEC. (2019). Recuperado de <<https://www.indec.gov.ar>> (consultado el 22 de septiembre de 2019).
- Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados. (2017). *Programa UPAMI*. Recuperado de <<https://www.pami.org.ar/servicios/actividades-preventivas>> (consultado el 2 de septiembre de 2019).
- Leme, R., Zaina, L. y Casadei, V. (2015). A study of elderly users' interaction with Facebook on mobile devices: identification

- and definition of the personas. *Proceedings of the 14th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-10). Salvador, Brasil: ACM New York. Recuperado de <<https://www.thinkmind.org/index.php?view=instance&instance=ACHI+2014>> (consultado el 11 de diciembre de 2019).
- Lu, K. (12 de junio de 2017). Growth in mobile news use driven by older adults. *Pew Research Center*. Recuperado de <<http://www.pewresearch.org/fact-tank/2017/06/12/growth-in-mobile-news-use-driven-by-older-adults/>> (consultado el 5 de febrero de 2019).
- Luna García, H., Mendoza González, R. y Álvarez Rodríguez, F. (2015). Patrones de diseño para mejorar la accesibilidad y uso de aplicaciones sociales para adultos mayores. *Comunicar*, XXI(45), 85-94. doi: <https://doi.org/10.3916/C45-2015-09>.
- Marcelino, I., Laza, R. y Pereira, A. (2016). SSN: senior social network for improving quality of life. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(7), 1-8. doi: <https://doi.org/10.1177/155014772150734>.
- Miranda, M. G., Martín, A., Saldaño, V. y Gaetán, G. (2014). Usabilidad y accesibilidad en las redes sociales: una experiencia de usuarios adultos mayores en Facebook. *Informe Científico Técnico UNPA (ICT-UNPA)*, 6(2), 118-140.
- Nielsen, J. (2013). *Tablet Website and Application UX* (3.ª ed.). Fremont, California, EE. UU.: Nielsen Norman Group.
- Peñalver Blanco, A. (2016). Buenas prácticas del proyecto piloto Enred@te: red social digital para personas mayores y voluntariado de la Cruz Roja Española. *Revistas Científicas Complutenses*, 29(2), 201-212. Recuperado de <<http://revistas.ucm.es/index.php/CUTS/article/view/51656>> (consultado el 11 de diciembre de 2019).
- Pernice, K., Estes, J. y Nielsen, J. (2013). *Senior Citizens (Ages 65 and Older) on the Web* (2.ª ed.). Fremont, California, EE. UU.: NN/g Nielsen Norman Group.
- Presidencia de la Nación. (2016). *Secretaría de Modernización: +Simple*. Recuperado de <<https://www.massimple.gob.ar/>> (consultado el 5 de febrero de 2019).
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. Nueva York, EE. UU.: Crown Business.
- Saldaño, V., Gaetán, G., Martín, A. y Cardozo, C. (2018a). *Abuelos del siglo XXI: taller de redes sociales para adultos mayores*. Caleta Olivia, Santa Cruz, Argentina: UNPA-PEyV 2 (perteneciente al PgEyV: Observatorio de Experiencia de usuario, UNPA, expediente núm. 29.820/18).
- Saldaño, V., Gaetán, G., Martín, A. y Cardozo, C. (2018b). Taller para adultos mayores: ¿cómo usar los nuevos teléfonos móviles? Caleta Olivia: UNPA-PEyV 1 (perteneciente al PgEyV: Observatorio de experiencia de usuario, UNPA, expediente núm. 29.820/18).
- Saldaño, V., Martín, A., Gaetán, G. y Vilte, D. (2013). Web accessibility for older users: a southern argentinean view. *The Eighth International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA)* (pp. 621-626). Italia: ICSEA 2013 Editors.
- Sulmont, E., Pontual Falcão, T. y Moffatt, K. (2 de febrero de 2018). *Designing and evaluating an alternative Facebook interface for older adults*. Montreal, Canadá: School of Information Studies, McGill University. doi: <https://doi.org/10.1155/2014/741567>.
- UNPA. (2010). *Grupo de Investigación: GIFIS*. Instituto de Tecnología Aplicada (ITA). Recuperado de <<https://www.unpa.edu.ar/cecyt/1876/grupo/gifis>> (consultado el 11 de diciembre de 2019).

Vilte, D., Saldaño, V., Gaetán, G. y Martín, A. (2015). Identificando barreras en la interacción con Facebook: una experiencia con adultos mayores de la Patagonia Austral. *Informe Científico Técnico UNPA (ICT-UNPA)*, 7(2), 249-268.

Vivanco, M. (2005). *Muestreo estadístico. Diseño y aplicaciones*. Santiago de Chile, Chile: Editorial Universitaria.

Warfel, T. (2009). *Prototyping: A Practitioner's Guide*. Brooklyn, Nueva York, EE. UU: Rosenfeld Media.

World Wide Web Consortium (W3C). (22 de junio de 2018). Web content accessibility guidelines (WCAG). *W3C-Web Accessibility Initiative (WAI)*. Recuperado de <<https://www.w3.org/WAI/intro/wcag>> (consultado el 21 de septiembre de 2019).



Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria

Este máster oficial en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas [60 créditos ECTS] tiene una duración normal de 12 meses.

Dirigido a: La universalización de la enseñanza secundaria y el incremento de la atención a la diversidad de alumnos en todos los niveles de enseñanza han hecho más patente la necesidad de mayor formación didáctica. El educador ya no solo ha de ser un experto en su materia, sino que debe tener la suficiente capacidad didáctica para adaptar la misma a grupos de alumnos muy heterogéneos en intereses, capacidades y actitudes.

Objetivos: Adquirir todas las habilidades y competencias necesarias para poder desarrollar una carrera profesional en el ámbito de la enseñanza en los niveles de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas de acuerdo a la normativa vigente, ya sea para dar clase en centros públicos, privados o concertados. Ofrecer formación integral y especializada a los participantes.

Inicio en **octubre** y **febrero** de cada año

www.udima.es | 918 561 699



Sistema SCADA adaptado para el control de la alimentación en animales de laboratorio

Julia María Samos Juárez

Directora del animalario de la Facultad de Medicina de Albacete
de la Universidad de Castilla-La Mancha

JuliaMaria.Samos@uclm.es

Jorge Juan Rosillo Olmos

CTO de Konery

jorgejuan@konery.com

Antonio Ruiz Canales

Profesor titular de universidad del Departamento de Ingeniería
de la Universidad Miguel Hernández de Elche

acanales@umh.es

Extracto

Las instalaciones dedicadas al alojamiento de animales de laboratorio son cada vez más complejas. No solo deben garantizar las necesidades básicas y el bienestar de los animales alojados, sino que también deben permitir la realización de la variedad de procedimientos experimentales que tienen lugar en ellas.

Debido a la dificultad de implementación y al alto coste de los sistemas automáticos de alimentación, el uso de los mismos se ha limitado prácticamente a grandes instalaciones, siendo manual el suministro de dietas en la mayoría de centros. No obstante, debido al incremento de procedimientos experimentales que incluyen algún tipo de restricción alimentaria y, principalmente, a las ventajas en roedores de la alimentación restringida frente a la alimentación *ad libitum* (AL) en estudios a largo plazo, el grado de sofisticación de los sistemas automáticos de alimentación para animales de experimentación es superior a los de otras especies.

Dado el estado de crecimiento de este sector, surge la idea de desarrollar e implementar un dispensador de dieta de bajo coste para roedores de experimentación. En este trabajo se plantea el desarrollo de un prototipo, a partir de un sistema SCADA (*supervisory control and data acquisition*). El usuario accederá al control del equipo a través de una interfaz de fácil instalación y uso. El SCADA permitirá la dosificación del alimento según un programa-horario establecido y el registro de la ingesta en tiempo real. Esta solución de bajo coste establecerá una propuesta competitiva y de uso extensivo en el mercado.

Palabras clave: ratas; sistema de bajo coste; control de alimentación; Arduino®; inalámbrico.

Fecha de entrada: 22-07-2019 / Fecha de revisión: 01-12-2019 / Fecha de aceptación: 14-01-2020

Cómo citar: Samos Juárez, J. M.^a, Rosillo Olmos, J. J. y Ruiz Canales, A. (2020). Sistema SCADA adaptado para el control de la alimentación en animales de laboratorio. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 143-165.



SCADA system adapted for feeding control in laboratory animals

Julia María Samos Juárez

Jorge Juan Rosillo Olmos

Antonio Ruiz Canales

Abstract

Animal facilities are becoming increasingly complex, they must ensure the basic needs and animal welfare, and moreover they should allow the implementation of the variety of experimental procedures that take place in them. Due to the difficulty of implementation and the high cost of the automatic feeding systems, the use of these systems has been practically limited to large facilities, being the provision of diets manual in most centres. However, due to the increase in experimental procedures involving some type of food restriction and mainly to the advantages of restricted feeding versus ad libitum (AL) feeding in long-term rodent studies, the sophistication of automatic feeding systems in experimental animals is higher than in another species.

The idea of developing and implementing a low-cost diet dispenser for experimental rodents comes up given the huge potential for growth in this sector. Following this concept, we propose in this article the development of a prototype, based on a SCADA (supervisory control and data acquisition) system. The user will access to the control of the equipment through an interface easy to install and to use. The SCADA will allow the dosage of the food according to an established schedule and the recording of the intake in real time. This low-cost solution will establish a competitive and widely used proposal on the market.

Keywords: rats; low cost systems; feed control; Arduino®; wireless.

Citation: Samos Juárez, J. M.^a, Rosillo Olmos, J. J. y Ruiz Canales, A. (2020). SCADA system adapted for feeding control in laboratory animals. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 143-165.



Sumario

1. Introducción
 2. Material y métodos
 - 2.1. Sensores
 - 2.2. *Software* y comunicaciones
 - 2.3. Descripción del *software*
 - 2.4. *Software* programador de dietas de roedores de laboratorio
 - 2.4.1. Inicio del *software*
 - 2.4.2. Estado del sistema
 - 2.4.3. Configuración
 - 2.4.4. Programador
 - 2.4.5. Salidas formato Excel
 - 2.4.6. Salidas gráficas en tiempo real
 3. Resultados y discusión
 4. Limitaciones del *software*
 5. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: este trabajo se enmarca dentro de la Convocatoria de Ayudas a Proyectos de I+D+i 2017 de la Fundación Hergar (categoría: Aplicación de las TIC a la educación de adultos y a las ciencias de la salud).



1. Introducción

En animales de abasto, la distribución de la alimentación de manera automática es un hecho. La mejora y evolución de estos sistemas ha sido continua, existiendo en el mercado diferentes dispositivos que se adaptan a la especie, a la edad y a los diferentes sistemas de alojamiento. En los últimos años, y también en el sector ganadero, se han desarrollado sistemas de alimentación inteligente en los que se proporciona a los animales los nutrientes que necesitan en función del estado productivo y/o reproductivo en el que se encuentren. Esto permite un control de los costes de la alimentación y una flexibilización de las rutinas de trabajo, reduciendo la generación de desechos y el consumo energético.

En el caso de los animales de laboratorio, aunque el número de dispositivos comerciales es menor, también se han generado grandes avances, tanto en sistemas de alojamiento como en sistemas automáticos de distribución de dieta. Esto ha facilitado la monitorización durante largos periodos de tiempo de diferentes parámetros fisiológicos y de comportamiento, de condiciones corporales e incluso de actividad cerebral (Bolaños, Le Due y Murphy, 2017; Goulding *et al.*, 2008; Naoto, 2015; Ulman, Compton y Kochanek, 2008). Además, al disminuir la interacción con el operador, se minimizan las alteraciones en parámetros fisiológicos y de comportamiento ocasionados por la manipulación (Balcombe, Barnard y Sandusky, 2004).

En la mayoría de procedimientos experimentales realizados con animales, el control del peso es determinante. Este debe ser observado cuidadosamente, ya que es uno de los parámetros más importantes a la hora de evaluar la salud y el bienestar animal y de establecer criterios de punto final. Para el control del peso se han desarrollado sistemas automáticos de pesaje y seguimiento en roedores. Este tipo de sistemas

En el caso de los animales de laboratorio, aunque el número de dispositivos comerciales es menor, también se han generado grandes avances, tanto en sistemas de alojamiento como en sistemas automáticos de distribución de dieta. Esto ha facilitado la monitorización durante largos periodos de tiempo de diferentes parámetros fisiológicos y de comportamiento, de condiciones corporales e incluso de actividad a nivel cerebral

En la mayoría de procedimientos experimentales realizados con animales, el control del peso es determinante, ya que resulta uno de los parámetros más importantes a la hora de evaluar la salud y el bienestar animal

permite a los investigadores monitorizar la fluctuación del peso corporal durante el periodo de tiempo elegido, sin interacción humana, obtener datos precisos (Murphy *et al.*, 2016; Scott, Brody y Tank, 2013) e incluso valorar el comportamiento dentro de las jaulas (Bains *et al.*, 2016; Richardson, 2015). No obstante, para roedores, es difícil encontrar en el mercado un sistema de pesado integrado en la jaula y que permita mantener a los animales en grupo.

Otro tema muy importante es el relativo al régimen de administración de dietas en animales de laboratorio. En roedores, normalmente es AL. Aunque esta práctica de alimentación tiene algunos inconvenientes descritos en la literatura (Keenan *et al.*, 1996), sigue siendo el régimen alimenticio más extendido en todo el mundo. En este contexto, el término «restricción de dieta» (*diet restriction* [DR]) se usa para describir cualquier método de restricción de ingesta de comida dirigida a la disminución de la ingesta calórica comparada con los animales alimentados AL.

En contraste a los regímenes con restricción, la alimentación AL se ha asociado tanto a alta morbilidad como a una reducción en la esperanza de vida (Keenan *et al.*, 1996; Masoro, 2005). Los beneficios de la DR se atribuyen a la disminución en la ingesta calórica (Masoro, 2005). Específicamente, el régimen en DR reduce la incidencia de neoplasias (Duffy, Lewis, Mayhugh, Trotter, Thorn *et al.*, 2004; Hubert, Laroque, Gillet y Keenan, 2000; Masoro, 2005), de alteraciones endocrinas (Keenan y Soper, 1995; Keenan *et al.*, 1996), cambios degenerativos del riñón (Duffy, Lewis, Mayhugh, Trotter, Latendresse *et al.*, 2004; Hubert *et al.*, 2000;) y de otras causas comunes de morbilidad (Duffy, Lewis, Mayhugh, Trotter, Thorn *et al.*, 2004; Hubert *et al.*, 2000) en roedores de laboratorio. Además, al estar más sanos, los animales en DR se enfrentan mejor a situaciones de estrés; por ejemplo, se recuperan mejor de procedimientos quirúrgicos y presentan menor respuesta inflamatoria (Keenan *et al.*, 1996; Masoro, 1995). En animales jóvenes los cambios más evidentes se observan antes en los parámetros fisiológicos que en las pautas de morbilidad y mortalidad. En estos casos se ha demostrado que la DR disminuye el conteo de leucocitos y los números de neutrófilos y linfocitos (Hubert *et al.*, 2000; Keenan *et al.*, 1998; Roe *et al.*, 1995), mientras que incrementa el número de eritrocitos, hematocritos y hemoglobina (Pickering y Pickering, 1984; Roe *et al.*, 1995). La DR también modifica el metabolismo de los roedores (Turturro *et al.*, 1993), resultando una disminución total en suero de colesterol HDL, triglicéridos y lípidos (Hubert *et al.*, 2000; Keenan *et al.*, 1998; Turturro *et al.*, 1993). Además de en el metabolismo de las grasas, la DR tiene impacto en otros parámetros químicos clínicos. Se ha visto que disminuye la proteína total en suero y la cantidad de albúmina y globulina en plasma (Hubert *et al.*, 2000; Roe *et al.*, 1995; Snyder y Towne, 1989), aunque la extensión de esos efectos depende del método y de la severidad del régimen DR aplicado. La alimentación restringida también puede conducir a una reducción de la variabilidad interindividual. Las grandes variaciones en el peso, la supervivencia y la incidencia de tumores son problemas bien conocidos, asociados con animales alimentados AL (Keenan *et al.*,

En contraste a los regímenes con restricción, la alimentación AL se ha asociado tanto a alta morbilidad como a una reducción en la esperanza de vida de los animales

1996), donde el peso corporal tiene una gran influencia en la variabilidad de aparición de tumores (Turturro *et al.*, 1996). La DR podría ayudar a resolver estos problemas. Además, la implementación de protocolos de restricción alimentaria puede ser una manera de incentivar la participación de los animales en experimentos de comportamiento.

En el campo del bienestar animal hemos observado que el uso de un régimen alimenticio con DR conduce a la reducción, según el método de las tres erres (3 R) (Russell and Burch, 1959), en el número de animales usados en estudios a largo plazo. En este tipo de estudios, si los roedores se alimentan AL, se requerirá la inclusión de un mayor número de animales para compensar las pérdidas por morbilidad y mortalidad. Esto es especialmente importante en estudios para la evaluación de seguridad que pueden durar hasta 24 meses. El uso de la DR en este tipo de estudios implicaría un descenso anual en el número de animales utilizados (Hubert *et al.*, 2000). Además, se ha demostrado que la DR reduce la varianza de los datos en varios parámetros (Carney *et al.*, 2004; Leakey, Seng y Allaben, 2003). La implementación de una DR moderada (75-80 % de AL) podría llegar a ser una poderosa herramienta de reducción (Ritskes-Hoitinga y Savenije, 2008).

En el campo del bienestar animal hemos observado que el uso de un régimen alimenticio con DR conduce a la reducción, según el método de las tres erres (3 R), en el número de animales usados en estudios a largo plazo

Los motivos por los que la DR no se usa de manera rutinaria son varios. Uno de los principales es la necesidad de alojar a los roedores de manera individualizada. En roedores esto es un gran inconveniente, ya que, al ser animales gregarios, por razones de bienestar animal deben alojarse en grupos. Por otra parte, restringir la cantidad de comida ofrecida a un grupo de roedores puede, debido a la jerarquía social, dar lugar a un acceso desigual a los alimentos. Por lo tanto, el grado de restricción puede ser diferente entre los individuos alojados en la misma jaula, y esto podría contrarrestar uno de los objetivos deseados, es decir, disminución de la varianza. Se ha desarrollado un dispositivo capaz de controlar la ingesta de alimentos de manera individualizada en ratas estabuladas en grupo (Laboratory Feeding Systems [Dinamarca]), pero, por el momento, parece ser demasiado caro y complicado para el uso rutinario en roedores de laboratorio. Otro factor que hay que considerar es el ritmo circadiano de los animales. Cuando se alimentan con AL, las ratas comen principalmente durante la fase nocturna en varias franjas horarias (Spiteri, 1982). A menudo, la DR se pone en práctica dando a las ratas, alojadas individualmente, su ración diaria de alimento una vez al día durante la fase de luz, simplemente por razones prácticas. Los animales consumen su ración diaria rápidamente, lo que tiene un profundo efecto en muchos parámetros fisiológicos regulados por el ritmo circadiano (Chacón *et al.*, 2005; Feuers, 1991). Se han desarrollado métodos de DR que permiten a las ratas estar alojadas en un grupo y, con una alta probabilidad, mantener su ritmo circadiano (Kemppinen, Meller, Mauranen, Kohila y Nevalainen, 2008). Este método es un simple dispositivo llamado «*diet board*». Este estudio fue diseñado para evaluar si la DR puede modificar determinados parámetros fisiológicos

y clínicos, y su influencia en el aumento de peso y el crecimiento de los animales. El sistema consiste en dos tablas de madera donde se encajan los *pellets* de la dieta. Los animales tienen acceso a la comida todo el tiempo, pero deben roer la madera antes de alcanzar los gránulos, por lo que la dieta en sí podría proporcionar un nivel de dificultad ideal para obtener comida. Esto daría como resultado que los animales solo coman la cantidad que realmente necesitan, con lo que se obtendrían todas las ventajas asociadas a la DR.

Llegados a este punto nos planteamos la posibilidad de diseñar un dispositivo que controle el acceso a la dieta y que cumpla con la mayoría de los argumentos anteriores. Nuestro grupo cuenta con una amplia experiencia en el diseño de sistemas SCADA en agricultura para el control del riego de manera automática (Molina-Martínez *et al.*, 2014), permitiendo la supervisión y el control remoto de las instalaciones, el procesamiento de la información, la presentación de gráficos, la generación de informes, alarmas, almacenamiento de históricos, etc., con un bajo coste.

En este artículo se describe el diseño de un sistema SCADA adaptado para el control del acceso a la dieta en roedores de laboratorio de una manera automatizada, con la posibilidad para el usuario de programar diferentes horarios de acceso en función del procedimiento. Además, el usuario podrá recoger de la jaula de alojamiento las siguientes variables de control: temperatura, humedad, peso de los individuos y cantidad de dieta ingerida.

Los datos serán obtenidos de manera precisa y en tiempo real mediante diferentes sensores, pudiéndose supervisar de manera remota el estado de las instalaciones y de los animales mediante el uso de cámaras digitales. Datos e imágenes se enviarán de forma inalámbrica hasta un controlador compacto, que albergará algoritmos de gestión de alimentación y protocolos de manejo y control, entre otros. La información se procesará en tiempo real y dará órdenes de control según las necesidades reales de los animales.

La fase preliminar del diseño ha consistido en la descripción del compartimento donde se aloja el animal y de los principales sensores empleados. Posteriormente, se ha realizado una simulación virtual para establecer los principales parámetros de monitorización y las limitaciones y avances sustanciales del prototipo. En fases posteriores se trabajará con un prototipo real y se propondrán una serie de mejoras del diseño inicial a partir de la experimentación en laboratorio. En este artículo se incluyen únicamente la fase preliminar y los resultados de la simulación.

En este artículo se describe el diseño de un sistema SCADA adaptado para el control del acceso a la dieta en roedores de laboratorio de una manera automatizada, con la posibilidad para el usuario de programar diferentes horarios de acceso en función del procedimiento. Además, el usuario podrá recoger de la jaula de alojamiento las siguientes variables de control: temperatura, humedad, peso de los individuos y cantidad de dieta ingerida

2. Material y métodos

A la hora del diseño de un equipo de estas características nos encontramos con varios retos. El primero de ellos es el coste. Los dispositivos comerciales actuales son caros, por lo que es difícil su uso a nivel general, limitándose este a momentos puntuales dentro del procedimiento experimental. Otro desafío es poder realizar un seguimiento del peso de los animales alojados en grupo. Con los dispositivos actuales, esto resulta difícil, ya que, con la mayoría de ellos, es necesario mantener a los animales de forma individualizada, lo que ocasiona variaciones en el bienestar animal que, a su vez, conducen a alteraciones en parámetros fisiológicos y de comportamiento. Este innovador sistema permitirá gestionar la dieta de forma eficiente con un control preciso de los aportes de alimento, minimizando los consumos y maximizando la producción, la calidad, la rentabilidad y el bienestar animal.

Teniendo en cuenta todos los aspectos descritos con anterioridad, se ha diseñado un prototipo inicial que incluye los elementos que se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Elementos del prototipo de bajo coste adaptado para el control de la alimentación en roedores de laboratorio

Elemento	Características	Función
Alojamiento pequeño de roedores de laboratorio.	Medidas 44 x 28 x 15 cm.	Alberga el animal e incluye los principales dispositivos de medida y control.
Célula de carga.	Célula de carga de escala portable (1 kg) y sensor de peso electrónico. Rango de suministro de energía: 3,0 V- 5,5 V.	Monitorización del peso del animal.
Sensor digital de temperatura.	Sensor de temperatura con encapsulación de acero inoxidable, resistente a la humedad y antioxidante. Rango de suministro de energía: 3,0 V-5,5 V.	Monitorización de la temperatura del alojamiento.
Sensor digital de temperatura y humedad relativa.	Integra un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante. Señal digital en el pin de datos.	Monitorización de la humedad relativa del alojamiento.
Dispensador comercial de comida y bebida.	Incluye transductores de peso para medir alimentos y bebidas para roedores. Las dosis son definidas por el usuario.	Monitorización del consumo de comida y bebida del animal.

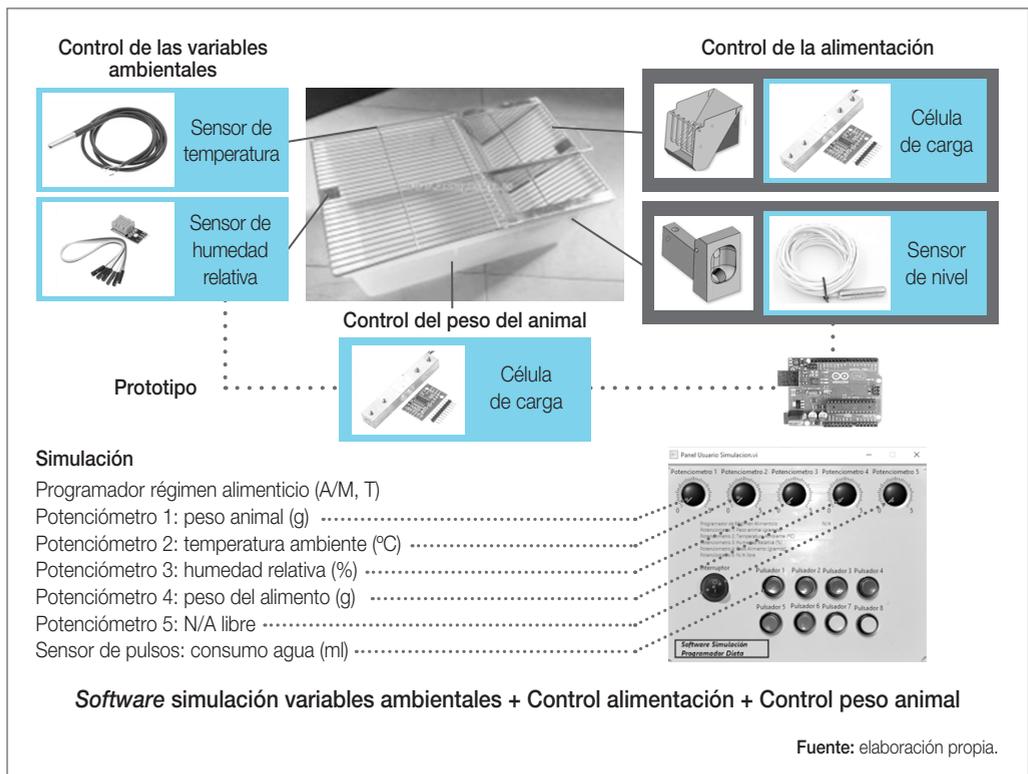
Fuente: elaboración propia.

La idea principal es establecer un dispositivo compacto y portable que pueda integrarse en diferentes modelos de jaula. El prototipo que se ha desarrollado parte de un alojamiento de roedores de laboratorio convencional. Se trata de una jaula de laboratorio para roedor sin monitorización. Este tipo de jaula únicamente permite el alojamiento del animal sin ningún tipo de control adicional. A la jaula se le acoplan diferentes sensores (temperatura ambiente, humedad relativa, entre otros) para la monitorización de los animales y de las variables ambientales de una forma sencilla. Se controlará también la variación del peso o la cantidad de alimento consumida, aunque para este fin se debe diseñar un prototipo de jaula diferente y ello será objeto de futuros estudios.

2.1. Sensores

Para el control y la monitorización del sistema se van a emplear una serie de sensores que permitan el control del acceso a la dieta y la monitorización de las variables necesarias. Los sensores que se van a utilizar han sido descritos en el cuadro 1 y se pueden ver en la figura 1.

Figura 1. Prototipo con los principales sensores incluidos. Simulación virtual de los sensores para establecer la concepción del software y determinar los principales algoritmos de control



A continuación describimos cada uno de estos sensores:

- **Célula de carga para monitorizar el peso del animal.** En este caso se ha empleado una célula de carga con salida analógica 4-20 mA con una precisión mínima de 12 bits. Este sensor se ha instalado en la jaula de alojamiento y el pesaje se ha hecho de manera automática. La célula de carga es de 1 kg, ubicándose el sensor en la zona donde el animal se sitúa para hacer las ingestas. Así se puede pesar durante el proceso.

Para controlar la ingesta de comida y bebida, dependiendo del tipo de jaula, se han instalado los dos tipos de sensores que se citan a continuación. Estos sensores recogen la información necesaria para conocer la cantidad de alimentos (g) ingeridos y la cantidad de agua (ml).

- **Célula de carga para monitorizar el peso del alimento (500 g).** De igual modo, para el control del consumo de alimento se ha integrado una solución mediante una célula de carga que está continuamente pesando el recipiente donde se deposita el alimento.
- **Sensor de nivel.** Para controlar el consumo de agua, se ha integrado una solución mediante una sonda de nivel. Los pulsos se detectan en el *software* directamente. Adicionalmente, en la jaula se han instalado sensores de control del ambiente con el fin de controlar las diferentes variables (temperatura, humedad relativa, entre otras) dentro de los valores que marcan las directrices europea y nacional (Directiva 2010 63/UE, de 22 de septiembre, y Real Decreto 53/2013, de 1 de febrero).
- **Sensor de temperatura para controlar las variables climáticas del entorno.** Se ha instalado un sensor en la parte superior del recipiente donde se encuentra alojado el animal.
- **Sensor de humedad para controlar las variables climáticas del entorno.** Se ha instalado un sensor en la parte superior del recipiente donde está alojado el animal.

Todos los sensores se han instalado en zonas de la jaula donde los animales no pueden acceder al cableado con la finalidad de evitar que estos deterioren los sensores.

En este primer prototipo no se han incluido cámaras de control, pero los futuros modelos dispondrán de una cámara para complementar la información aportada por el resto de sensores.

2.2. *Software* y comunicaciones

Los sensores van directamente a las entradas de Arduino® para recibir la información en el *software*. Se trata de un *hardware* de bajo coste que permite integrar gran cantidad de algoritmos de control y gestionar muchos datos en tiempo real a un precio competitivo.

En el prototipo ensayado, los datos obtenidos se envían de forma inalámbrica hasta un microcontrolador Arduino UNO®, que alberga algoritmos de gestión para el control de la alimentación y la supervisión de los diferentes parámetros de control del animal. La información de los sensores se procesa en el microcontrolador Arduino UNO® y, a su vez, se almacena en un ordenador personal por cable USB.

Para el prototipo desarrollado en las fases posteriores, se emplearán sistemas de comunicaciones diversos (wifi/GPRS/3G/4G o ESP8266 wifi, entre otros) que enviarán la información a un *hosting* externo donde se almacenarán los datos y se mostrarán ordenados, con interfaz de usuario amigable, accesible desde cualquier navegador web o aplicaciones móviles específicas, proporcionando los servicios asociados a cualquier SCADA (gestión de históricos, avisos y alarmas, cambios de consignas, supervisión de los animales e instalaciones, etc.), análogo al desarrollado por González-Esquivá *et al.* en 2017 en instalaciones de riego. Desde cualquier ordenador o dispositivo móvil se puede acceder a través de aplicaciones específicas, capaces de interactuar con el controlador compacto, cambiar consignas, visualizar históricos, ver datos en tiempo real, etc. El sistema enlazará *hardware* y *software* y permitirá obtener datos específicos para usos diversos.

En la concepción del *software* se contempla también que, en determinadas circunstancias, los sensores no puedan medir debido a las características del sistema de alojamiento empleado. Para ello, en el *software*, se ha incorporado un control manual. Con este control manual, el operario especifica la cantidad de agua y comida que deposita para un tiempo determinado, conociendo así el consumo hasta su siguiente reposición manual.

2.3. Descripción del *software*

Inicialmente, para recoger toda la información de los sensores y mostrarla de forma amigable, se ha empleado el *software* de programación gráfica LabVIEW®. Mediante este *software* se programa un régimen horario, dependiendo de las consignas que dicta un operario experto, para cada recipiente individualmente.

Se ha creado un clúster de recipientes en los cuales se puede programar de forma independiente el tipo de régimen alimenticio que tendrá esa unidad de alojamiento durante un tiempo determinado. Mientras se lleve a cabo este régimen alimenticio, se estará monitoreando el peso del animal, así como la temperatura y la humedad ambiente para comprobar cómo afecta. El *software* planteado permite el control de un número ilimitado de alojamientos con la salvedad de ampliar el número de microcontroladores necesarios.

En cuanto al suministro de la dieta, los regímenes de alimentación que contempla el *software* se detallan a continuación:

- **Alimentación AL.** Este régimen alimenticio supone el libre acceso al alimento durante las 24 horas del día, pero controlando otra serie de parámetros, como

las condiciones ambientales y la cantidad de alimento ingerida por los animales durante un periodo de tiempo predeterminado.

- **Alimentación restringida (AR).** Este tipo de régimen implica una restricción dietética moderada con objeto de limitar la sobrealimentación sin que se produzcan deficiencias en algún nutriente o una desnutrición del animal. Dentro de este tipo de alimentación hay diferentes modalidades. El grupo de San Antonio, del National Institute on Aging (NIA), desarrolla diferentes sistemas de AR para un amplio grupo de animales, incluidos primates, analizando exhaustivamente sus ventajas e inconvenientes, y se han incluido en este *software*.
 - *AR moderada.* Se restringe en torno al 30 % de la ingesta diaria, desde las seis a las ocho semanas de edad (unos 12-14 g frente a los 17-20 g/día en AL, para rata).
 - *AR estricta.* El animal recibe únicamente entre un 50 y un 60 % del consumo máximo AL. Mediante este método se han mantenido ratas hasta los 36-40 meses de edad (fase senil), de incalculable valor para estudios relacionados con procesos degenerativos asociados al envejecimiento humano.
- **Alimentación horaria o controlada.** A los animales se les permite consumir tanta comida como quieran, pero solo durante periodos de tiempo determinados al día. Este régimen de alimentación se usa en experimentos en los cuales hay que estudiar parámetros fisiológicos o bioquímicos en respuesta a la ingesta y compararlos con los niveles de los mismos en fase de ayuno, o bien en aquellos que requieren un estado nutricional muy controlado. El empleo de sistemas automáticos de acceso de alimento es ideal para este tipo de régimen.

En los siguientes apartados se realiza una descripción del *software* específico desarrollado para el control de la alimentación y la bebida en roedores de laboratorio. A continuación, se detalla la simulación realizada con el *software* LabVIEW® en una maqueta virtual. Por último, se incluyen los resultados obtenidos con la simulación realizada.

2.4. *Software* programador de dietas de roedores de laboratorio

En cuanto al *software* propiamente dicho, se ha desarrollado una simulación del comportamiento de un alojamiento de roedores de laboratorio. Se habilita y deshabilita el acceso a la comida y se monitoriza el peso del animal, la cantidad de alimento y el agua ingerida. También se registran la temperatura ambiente y la humedad. El *software* ha sido desarrollado para experimentar una aplicación simulada de las variables en tiempo real que actúan sobre los animales y cómo se registraría para un caso real. El *software* es ampliable a un número ilimitado de jaulas para controlar el acceso individualmente a cada una de ellas, con su correspondiente registro de datos en formato Excel y gráficos de datos en tiempo real.

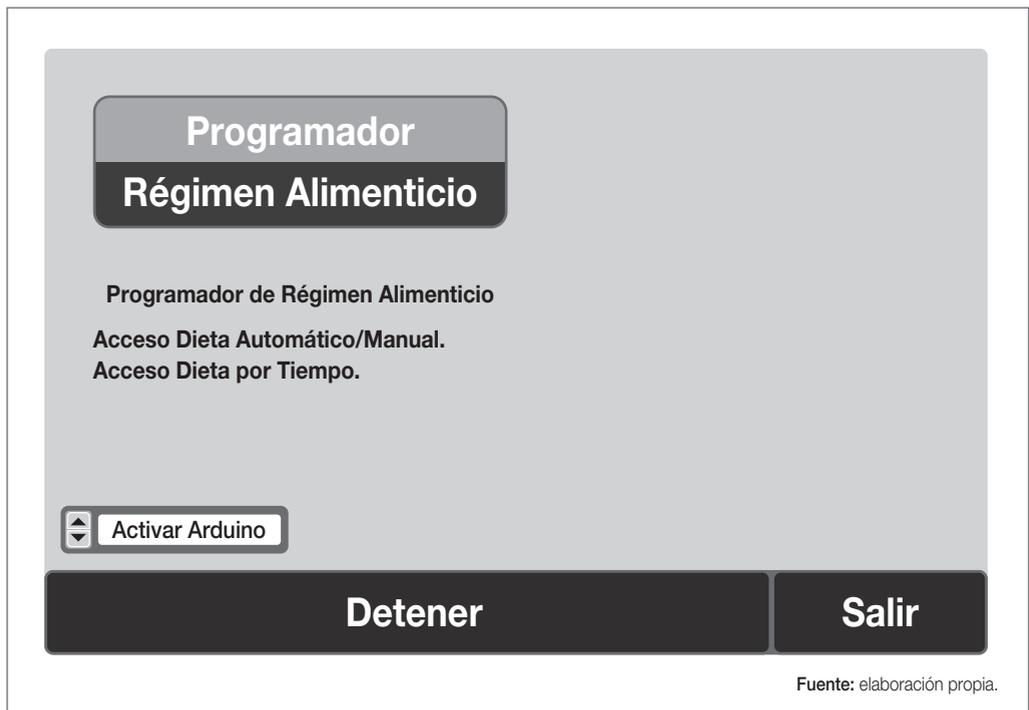
Con el fin de ver las potencialidades del *software* citado previamente, se ha procedido a realizar una simulación mediante una maqueta virtual. En esta maqueta se sustituyen las señales de los sensores reales por pulsadores y potenciómetros virtuales. Esta opción es muy útil para realizar experimentos de funcionamiento del *software* sin necesidad de disponer del *hardware* (véase figura 1).

A partir de las señales generadas por la maqueta virtual, se programó un *software* de control mediante el programa LabWIEW®. A continuación, se detallan las principales pantallas del *software* y se describen las funciones de cada una de ellas.

2.4.1. Inicio del *software*

En esta pantalla se puede seleccionar si se quiere trabajar desde el *hardware* Arduino® y simular los diferentes sensores del prototipo mediante pulsadores y potenciómetros, o simular los valores directamente desde el *software*. Para entrar a la aplicación realizada, simplemente se debe pulsar sobre el botón Programador del régimen alimenticio (véase figura 2).

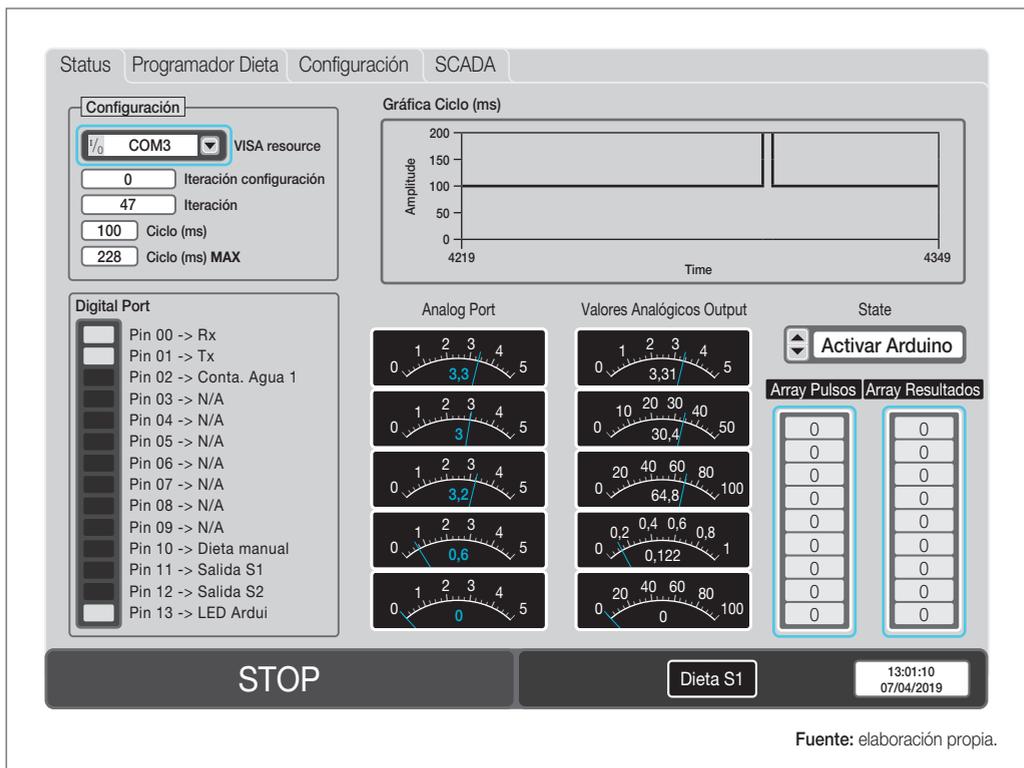
Figura 2. Pantalla principal del *software* para activar/desactivar la conexión del Arduino® y utilizar el *software* mediante simulación o maqueta física



2.4.2. Estado del sistema

Esta pantalla muestra el estado del *hardware* y de los sensores instalados (véase figura 3). Se puede visualizar, entre otros, el estado de funcionamiento del microprocesador Arduino®, la señal y los datos de las comunicaciones y las entradas analógicas y digitales. Igualmente, se monitoriza el LED de estado, así como los valores actuales. Se contabiliza también el número de ciclos de iteración. Todo ello se visualiza en el ordenador personal donde están ejecutándose las diferentes simulaciones (tiempo, variación del peso del animal, consigna de alimentación, variación del consumo de alimento, variación del consumo de agua, entre otros). Para la simulación, aunque no se utilicen todas las conexiones disponibles del Arduino®, sí se han habilitado para futuras ampliaciones del *software*. En el *software* presentado se pueden encontrar ocho estados para entradas digitales y cinco estados para entradas analógicas. Para las entradas digitales, se utiliza solo una para la monitorización del consumo de agua (ml) del animal. En cuanto a las entradas analógicas, se utilizan cuatro entradas para la monitorización del «peso animal», del «peso del alimento», de la «temperatura ambiente» y de la «humedad relativa».

Figura 3. Pantalla del estado del sistema

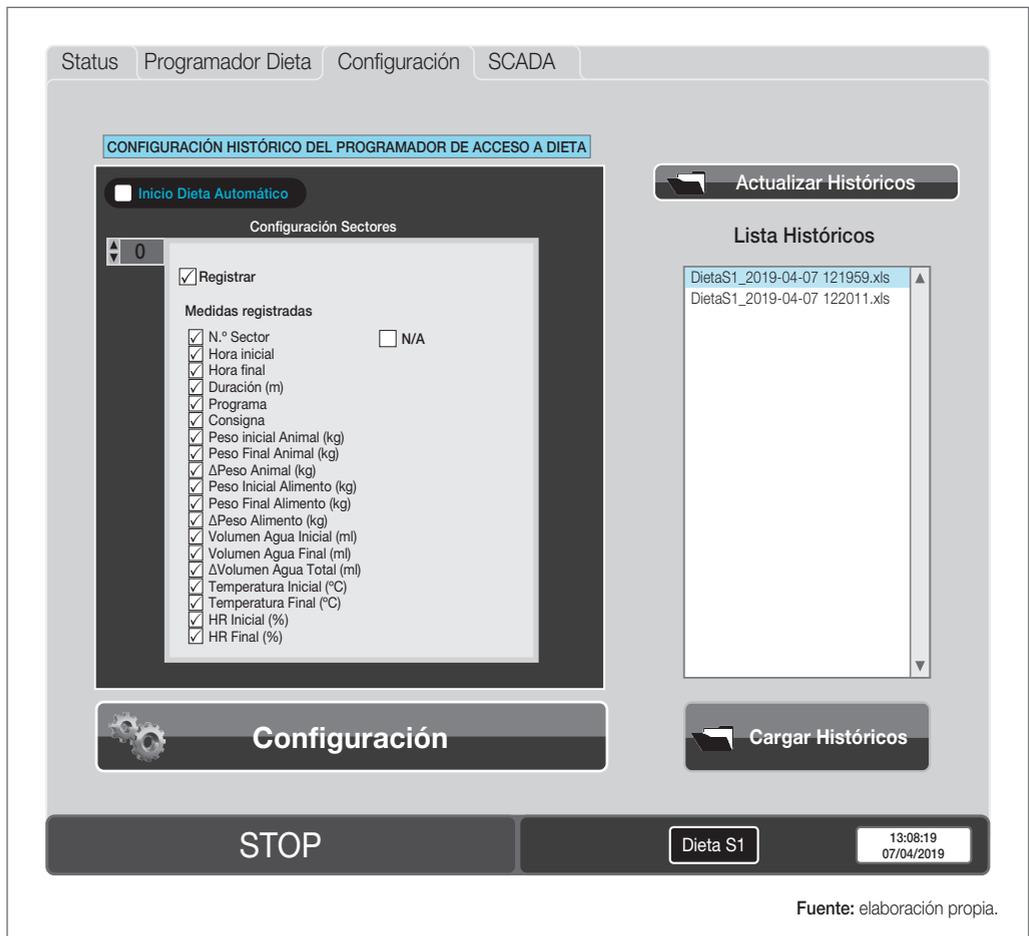


Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Configuración

Esta pantalla muestra el estado de las variables seleccionadas para el registro histórico de cada una de las jaulas experimentales. Desde el botón de Configuración se permite modificar el registro de cualquier variable del sistema. Esta configuración se guarda para ser usada en futuros experimentos, aunque se pueden realizar modificaciones según las necesidades del mismo. Cuando estas variables cambian, se genera un nuevo fichero Excel, ya que se modifica la cabecera del fichero. Se muestra también una aplicación sencilla donde se pueden visualizar los ficheros que hay registrados y abrirlos directamente desde el *software* (véase figura 4).

Figura 4. Pantalla de configuración de la programación del control de dieta, peso del animal y variables ambientales



2.4.4. Programador

Esta pantalla muestra la programación del acceso a la dieta. A su vez se muestran las variables más representativas de la jaula seleccionada, monitorizándola en tiempo real (véase figura 5). Independientemente del programador, es posible realizar el acceso al alimento de forma manual, pulsando sobre Dieta manual cuando sea preciso. El programador de dieta está desarrollado para controlar el acceso a la dieta de dos formas: por tiempo (estableciendo diferentes tramos horarios en los que el animal tendrá acceso al comedero) o por gramos de comida consumidos (el acceso se cerrará una vez que se haya consumido cierta cantidad de dieta establecida previamente). A la programación asignada se le puede añadir una frecuencia de repetición de este programa; es decir, el usuario puede programar cuatro accesos de alimento para un día, cada 24 horas, de modo que se repetirá el mismo programa los días posteriores automáticamente. También permite guardar los programas y cargarlos en cualquier otro momento.

Figura 5. Pantalla del programador y mediciones en tiempo real



Fuente: elaboración propia.

2.4.5. Salidas formato Excel

Las variables se registran en el fichero Excel con el siguiente formato para permitir al usuario trabajar con ellas de acuerdo a las necesidades del experimento (véase figura 6).

Figura 6. Salidas Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Fecha	Hora	N.º jaula	Hora inicial	Hora final	Duración (m)	Programa	Consigna
2	07/04/2019	12:45:35	Sector 1	12:44:35	12:45:35	1	0	1
3								
4								

Fuente: elaboración propia.

2.4.6. Salidas gráficas en tiempo real

Facilita la interpretación de los datos, ofreciendo los gráficos correspondientes a la monitorización de las medidas, de las alarmas y del resto de información en tiempo real. El registro histórico de sus valores se realiza de manera automática. Los históricos de medidas, alarmas registradas y cambios de configuración pueden ser consultados como listados en pantalla.

3. Resultados y discusión

Para evaluar el *software* desarrollado, se realizaron varias simulaciones basándose en datos de instalaciones de alimentación de roedores que funcionan en la actualidad, cuyas características se resumen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Regímenes de alimentación

Tipo de régimen alimenticio	Horario	Usos	Tipo de alojamiento	Parámetros recogidos
AL	Acceso libre.	No hay limitación en el acceso al alimento.	Grupo.	Parámetros ambientales y cantidad total de dieta ingerida.

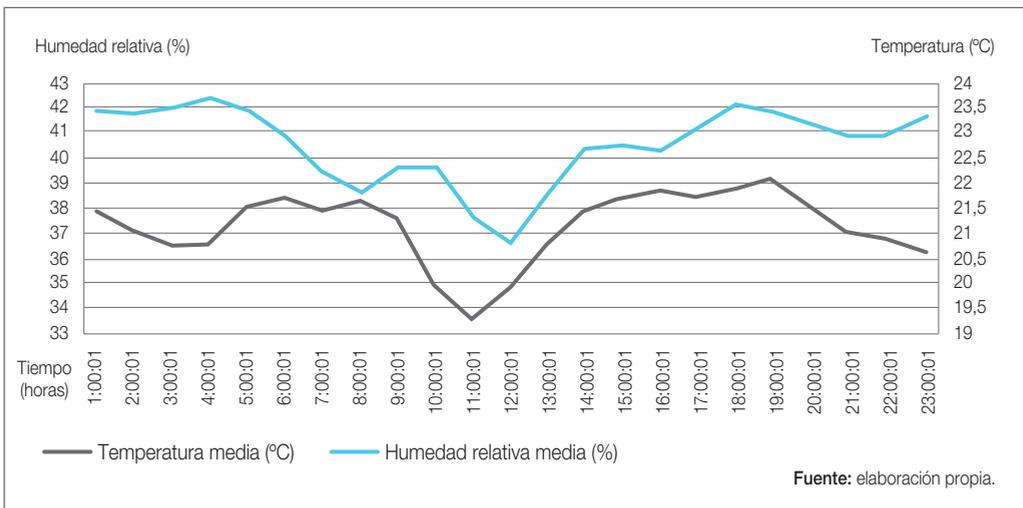


Tipo de régimen alimenticio	Horario	Usos	Tipo de alojamiento	Parámetros recogidos
Horaria o controlada	Se suprime acceso entre las 02:00 h y las 11:00 h.	Este régimen está indicado para el establecimiento de periodos de ayuno.	Grupo.	Parámetros ambientales y cantidad total de dieta ingerida.
Restringida	Se impide el acceso a la dieta una vez que el animal ha ingerido el 70% de la cantidad habitual.	Limita el acceso a la dieta, útil en estudios de envejecimiento para reducir la ingesta durante la vida del animal.	Individual.	Parámetros ambientales, peso del animal y cantidad de dieta ingerida.

Fuente: elaboración propia.

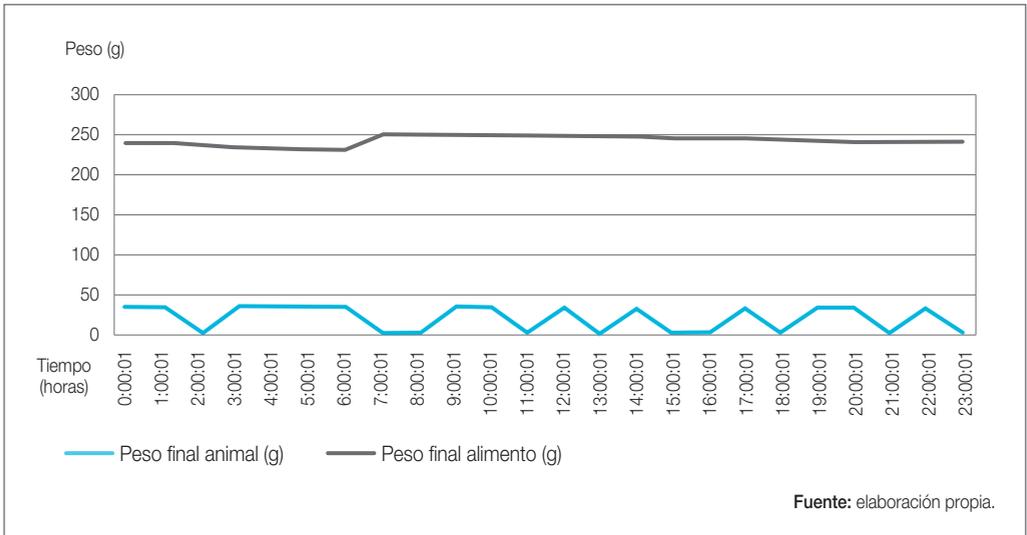
Mediante el *software* se presentaron los valores medidos por los sensores del prototipo diseñado. Los valores estimados obtenidos durante la simulación para un periodo de 24 horas pueden ser fáciles de apreciar en las siguientes figuras. En la figura 7, se puede ver la evolución de los parámetros ambientales (humedad relativa [%] y temperatura media [°C]) durante 24 horas. En la figura 8 se puede observar la evolución del peso del animal (g) y la cantidad de dieta ingerida (g).

Figura 7. Datos ambientales (humedad relativa media [%] y temperatura media [°C]) obtenidos de la simulación



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Evolución del peso del animal (g) y de la cantidad de dieta ingerida (g)



Los resultados observados son similares a los obtenidos de forma manual en una instalación real. En la figura 9 se muestra la variación del peso de un ratón C57/BL6 J de ocho semanas de edad durante 12 horas, con un pesado manual, y en la figura 10, la evolución de la temperatura y la humedad en una sala de la misma instalación.

Figura 9. Evolución del peso (g) de un ratón C57/BL6 J de ocho semanas de edad con pesado manual

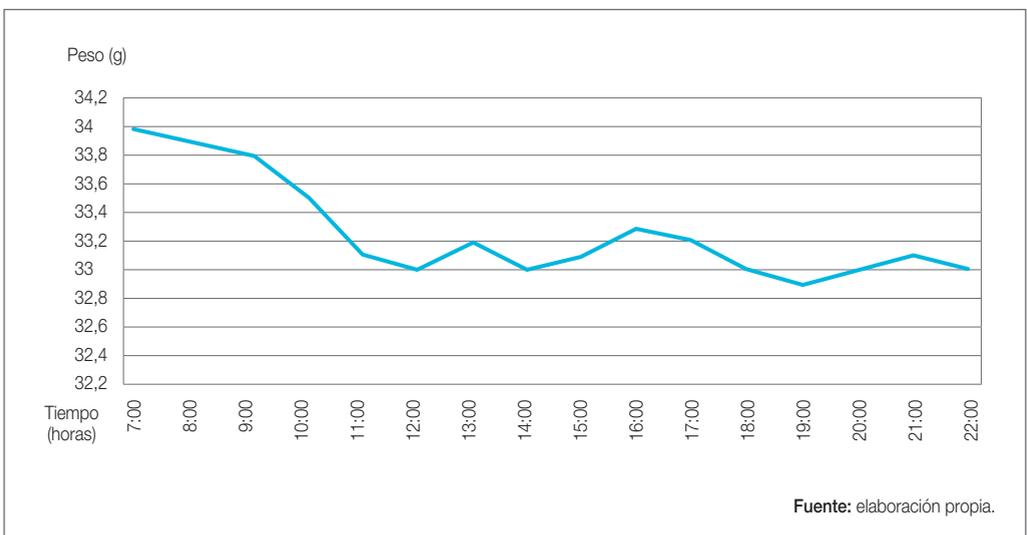


Figura 10. Evolución de los datos ambientales (humedad relativa media [%] y temperatura media [°C]) medidos manualmente en una de las salas de la misma instalación



Estos resultados demostraron lo siguiente:

- Los valores ambientales simulados son similares a los reales.
- Si el alojamiento de roedores no tiene un sistema de seguimiento implementado, el *software* diseñado ayuda al operario a establecer los principales parámetros de control.

4. Limitaciones del *software*

El control de los alojamientos de roedores de laboratorio está influenciado por varios parámetros: temperatura ambiente, humedad relativa, control de la ingesta y control del peso. Aunque existen soluciones comerciales adecuadas, estas son caras y presentan limitaciones a la hora de implementar nuevas aplicaciones. Con la propuesta del *software* implementado y los sensores de bajo coste se abre la posibilidad de mejorar estos sistemas y adaptarlos a las necesidades específicas del laboratorio donde se emplee. Al implementar la aplicación del *software* presentado en este artículo:

- Se ha encontrado una solución alternativa a las de las casas comerciales existentes, que permite trabajar con un número ilimitado de alojamientos a un precio competitivo.

- Los algoritmos empleados para el control ambiental permiten dar unos resultados similares a las instalaciones reales.

Actualmente se está desarrollando un experimento para comparar un prototipo real con una instalación convencional con el fin de establecer las limitaciones reales.

5. Conclusiones

Este artículo presenta una nueva aplicación de *software*, cuya función principal es controlar el acceso a la dieta y el peso del animal y la monitorización de diferentes parámetros ambientales (temperatura y humedad relativa). El dispositivo permite controlar los mismos parámetros que los equipos convencionales, pero con la ventaja de añadir prestaciones adicionales específicas a un precio muy competitivo. La aplicación ha sido desarrollada con un *software* para ordenador personal, pero se tiene previsto mejorar el sistema, ensayarlo en una instalación real y desarrollar módulos de comunicaciones y aplicaciones móviles de control. A partir de la experiencia realizada con el *software* de simulación se debería pasar a la fase de experimentación con un primer prototipo. Para esta fase se debería proceder a crear un alojamiento de roedores con las implementaciones descritas en esta publicación y ensayar los diferentes regímenes de alimentación, control del peso del animal, control de la comida y bebida, entre otros. Igualmente, se debería añadir el sistema de control mediante cámaras (no realizado hasta ahora) e incorporarlo al *software*. Otro aspecto a tener en cuenta en experimentaciones posteriores es el sistema de comunicaciones que permita recoger los datos y enviarlos a «la nube» para su gestión.

Este artículo presenta una nueva aplicación de *software*, cuya función principal es controlar el acceso a la dieta y el peso del animal y la monitorización de diferentes parámetros ambientales (temperatura y humedad relativa)

El dispositivo permite controlar los mismos parámetros que los equipos convencionales, pero con la ventaja de añadir prestaciones adicionales específicas a un precio realmente muy competitivo

Referencias bibliográficas

Bains, R. S., Cater, H. L., Sillito, R. R., Chartsias, A., Sneddon, D., Concas, D., Keskiivali-Bond, P., Lukins, T. C., Wells, S., Nolan, A. y Armstrong, P.M. (2016). Analysis of individual mou-

se activity in group housed animals of different in bred strains using a novel automated home cage analysis system. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 10, 106.

- Balcombe, J. P., Barnard, N. D. y Sandusky, C. (2004). Laboratory routines cause animal stress. *Journal of the American Association for Laboratory Animal*, 43(6), 42-51.
- Bolaños, F., LeDue, J. M. y Murphy, T. H. (2017). Cost effective raspberry pi-based radio frequency identification tagging of mice suitable for automated in vivo imaging. *Journal of Neuroscience Methods*, 276, 79-83.
- Carney, E. W., Zablony, C. L., Marty, M. S., Crissman, J. W., Anderson, P., Woolhiser, M. y Holsapple, M. (2004). The effects of feed restriction during in utero and postnatal development in rats. *Toxicological Science: An Official Journal of the Society of Toxicology*, 82(1), 237-249.
- Chacón, F., Esquifino, A. I., Perelló, M., Cardinali, D. P., Spinedi, E. y Álvarez, M. P. (2005). 24-hour changes in ACTH, corticosterone, growth hormone, and leptin levels in young male rats subjected to calorie restriction. *Chronobiology International*, 22(2), 253-265.
- Duffy, P., Lewis, S. M., Mayhugh, M. A., Trotter, R. W., Thom, B. T., Feuers, R. J. y Turturro, A. (2004). The effects of different levels of dietary restriction on non-neoplastic diseases in male Sprague-Dawley rats. *Aging Clinical and Experimental Research*, 16(1), 68-78.
- Duffy, P. H., Lewis, S. M., Mayhugh, M. A., Trotter, R. W., Latendresse, J. R., Thom, B. T. y Feuers, R. J. (2004). The effects of different levels of dietary restriction on neoplastic pathology in the male Sprague-Dawley rat. *Aging Clinical and Experimental Research*, 16(6), 448-456.
- Feuers, R. (1991). The relationship of dietary restriction to circadian variation in physiologic parameters and regulation of metabolism. *Aging*, 3(4), 399-401.
- González-Esquivia, J. M., Oates, M. J., García-Mateos, G., Moros-Valle, B., Molina-Martínez, J. M., Ruiz-Canales, A. (2017). Development of a visual monitoring system for water balance estimation of horticultural crops using low cost cameras. *Computers and Electronics in Agriculture*, 141, 15-26.
- Goulding, E. H., Schenk, A. K., Juneja, P., MacKay, A. W., Wade, J. M. y Tecott, L. H. (2008). A robust automated system elucidates mouse home cage behavioral structure. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(52), 20.575-20.582.
- Hubert, M., Laroque, P., Gillet, J. y Keenan, K. P. (2000). The effects of diet, ad libitum feeding, and moderate and severe dietary restriction on body weight, survival, clinical pathology parameters, and cause of death in control Sprague-Dawley rats. *Toxicological Science: An Official Journal of the Society of Toxicology*, 58, 195-207.
- Keenan, K. P., Laroque, P. y Dixit, R. (1998). Need for dietary control by caloric restriction in rodent toxicology and carcinogenicity studies. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, Critical Review*, 1, 135-148.
- Keenan, K. P., Laroque, P., Ballam, G. C., Soper, K. A., Dixit, R., Mattson, B. A., Adams, S. P. y Coleman, J. B. (1996). The effects of diet, ad libitum overfeeding, and moderate dietary restriction on the rodent bioassay: the uncontrolled variable in safety assessment. *Toxicological Pathology*, 24(6), 757-768.
- Kemppinen, N., Meller, A., Mauranen, K., Kohila, T. y Nevalainen, T. (2008). Work for food-A solution to restricting food intake in group housed rats? *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 35(2), 81-90.
- Leakey, J. E. A., Seng, J. E. y Allaben, W. T. (2003). Body weight considerations in the B6C3F1 mouse and the use of dietary control to standardize background tumor incidence in chronic bioassays. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 193(2), 237-265.

- Masoro, E. J. (1995). Design issues in the use of the diet-restricted rodent model. En R. W. Hart, D. A. Neumann, R. T. Robertson (Eds.), *Dietary Restriction: Implications for the Design and Interpretation of Toxicity and Carcinogenicity Studies* (1.ª ed., pp. 41-50). Washington DC, EE: UU.: LSI Press.
- Masoro, E. J. (2005). Overview of caloric restriction and ageing. *Mechanisms of Ageing and Development*, 126(9), 913-922.
- Molina Martínez, J. M., Ruiz-Canales, A., Jiménez-Buendía, M., Soto, F. y García Fernández-Pacheco, D. (2014). SCADA platform combined with a scale model of trickle irrigation system for agricultural engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(3).
- Murphy, T. H., Boyd, J. D., Bolaños, F., Vanni, M. P., Silasi, G., Haupt, D. y Ledue, J. M. (2016). High-throughput automated home-cage mesoscopic functional imaging of mouse cortex. *Nature Communications*, 7.
- Naoto I. (26 de junio de 2015). Development of balance for animals. *A & D Discover Precision*. Recuperado de <<http://www.aandd.jp/suport/devstories/story35.html>> (consultado el 29 de noviembre de 2019).
- Pickering, R. G. y Pickering, C. E. (1984). The effects of reduced dietary intake upon the body and organ weights, and some clinical chemistry and haematological variates of the young Wistar rat. *Toxicology Letters*, 21(3), 271-277.
- Richardson, C. A. (2015). The power of automated behavioural homecage technologies in characterizing disease progression in laboratory mice: a review. *Applied Animal Behaviour Science*, 163, 19-27.
- Ritskes-Hoitinga, M. y Savenije, B. (2008). The power of moderate food restriction (Abstract). En C. Bernadi, M. R. Gamble (Eds.), *Proceedings of the Tenth FELASA Symposium and the XIV ICLAS General Assembly & Conference*, 11-14 de junio de 2007, Cernobbio, Italia. Londres, Inglaterra, Reino Unido: Royal Society of Medicine Press.
- Roe, F. J., Lee, P. N., Conybeare, G., Kelly, D., Matter, B., Prentice, D. y Tobin, G. (1995). The biosure study: influence of composition of diet and food consumption on longevity, degenerative diseases and neoplasia in wistar rats studied for up to 30 months post weaning. *Food and Chemical Toxicology*, 33(1), S1-S100.
- Russell, W. M. S. y Burch, R. L. (1959). *The Principles of Humane Experimental Technique* (1.ª ed.). Londres, Inglaterra, Reino Unido: Methuen.
- Scott, B. B., Brody, C. D. y Tank, D. W. (2013). Cellular resolution functional imaging in behaving rats using voluntary head restraint. *Neuron*, 80(2), 371-384.
- Snyder, D. L. y Towne, B. (1989). The effect of dietary restriction on serum hormone and blood chemistry changes in aging Lobund-Wistar rats. *Progress in Clinical and Biological Research*, 287, 135-146.
- Spiteri, N. J. (1982). Circadian patterning of feeding, drinking and activity during diurnal food access in rats. *Physiology & Behavior*, 28(1), 139-147.
- Turturro, A., Duffy, P. H. y Hart, R. W. (1993). Modulation of toxicity by diet and dietary macronutrient restriction. *Mutation Research*, 295(4-6), 151-164.
- Ulman, E. A., Compton, D. y Kochanek, J. (2008). Measuring food and water intake in rats and mice. *ALN Magazine*, 12, 17-20



Ciclos formativos de grado superior *para cursar grados en la UDIMA*

La Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, y la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid han firmado los correspondientes acuerdos para reconocer ECTS en nuestros grados desde los módulos cursados en los ciclos formativos de grado superior (CFGS), estando actualmente verificadas las tablas para los siguientes grados desde las titulaciones de CFGS que se indican:

Para el Grado en Ingeniería de Organización Industrial

- Administración y Finanzas
- Administración de Sistemas Informáticos
- Automatización y Robótica Industrial
- Automoción
- Construcciones Metálicas
- Desarrollo de Productos Electrónicos
- Desarrollo de Proyectos Mecánicos
- Diseño en Fabricación Mecánica
- Instalaciones Electrotécnicas
- Mantenimiento Aeromecánico
- Mantenimiento de Equipo Industrial
- Mantenimiento y Montaje de Instalaciones de Edificio y Proceso
- Mantenimiento de Instalaciones Térmicas y de Fluidos
- Mecatrónica Industrial
- Industrias de Proceso Químico
- Producción por Mecanizado
- Programación de la Producción en Fabricación Mecánica
- Química Industrial
- Sistemas Electrotécnicos y Automatizados.
- Sistemas de Regulación y Control Automáticos
- Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos

Para el Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

- Administración de Sistemas Informáticos
- Automatización y Robótica Industrial
- Desarrollo de Aplicaciones Informáticas
- Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma
- Desarrollo de Aplicaciones Web
- Desarrollo de Productos Electrónicos
- Instalaciones Electrotécnicas
- Mantenimiento Electrónico
- Sistemas Electrotécnicos y Automatizados
- Sistemas de Regulación y Control Automáticos
- Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos

Para el Grado en Ingeniería Informática

- Administración de Sistemas Informáticos
- Automatización y Robótica Industrial
- Desarrollo de Aplicaciones Informáticas
- Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma
- Desarrollo de Aplicaciones Web
- Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos



GRADOS OFICIALES
Inicio en octubre
y febrero
de cada año
¡INFÓRMATE!

Para los Grados en Derecho o en Ciencias del Trabajo, Relaciones Laborales y Recursos Humanos

- Administración y Finanzas
- Asistencia a la Dirección
- Secretariado

Para los Grados en Administración y Dirección de Empresas o en Economía

- Administración y Finanzas
- Asistencia a la Dirección
- Comercio Internacional
- Gestión Comercial y Marketing
- Marketing y Publicidad
- Secretariado
- Transporte y Logística

Para el Grado en Marketing

- Administración y Finanzas
- Comercio Internacional
- Gestión Comercial y Marketing

- Gestión de Alojamientos Turísticos
- Gestión de Ventas y Espacios Comerciales
- Marketing y Publicidad
- Transporte y Logística

Para los Grados en Magisterio de Educación Infantil y Magisterio de Educación Primaria

- Animación de Actividades Físicas y Deportivas
- Educación Infantil
- Integración Social
- Animación Sociocultural y Turística

Para el Grado en Empresas y Actividades Turísticas

- Gestión Comercial y Marketing
- Gestión de Ventas y Espacios Comerciales
- Gestión de Alojamientos Turísticos
- Agencias de Viajes y Gestión de Eventos
- Guía, Información y Asistencias Turísticas

*De acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 1618/2011, de 14 de noviembre, sobre reconocimiento de estudios en el ámbito de la educación superior.

- 100% online
- 240 créditos
- Bolsa de trabajo
- Descuentos a la excelencia académica

Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

El papel estratégico del sector de las TIC, y la aplicación creciente de estas en los distintos sectores de la sociedad, ha hecho aumentar la necesidad de profesionales de la telecomunicación, una demanda que crecerá exponencialmente en los próximos años. Este grado habilita para el ejercicio de la profesión de ingeniero técnico de telecomunicación, otorgando las competencias necesarias para conseguir las atribuciones profesionales de un ingeniero técnico de telecomunicación y ofreciendo una formación que capacita al estudiante a la hora de analizar, diseñar, implementar, explotar y gestionar sistemas, componentes y procesos del ámbito de las TIC.

Psicología (Rama CC. de la Salud)

Siguiendo el modelo científico-profesional de psicólogo (o *scientist-practitioner*), se trata de aportar a los alumnos los conocimientos científicos necesarios para comprender, interpretar, analizar y explicar el comportamiento humano, así como para evaluar e intervenir en el ámbito individual y social, con el fin de que los psicólogos y la psicología promuevan y mejoren la salud y la calidad de vida de las personas.

Historia

Se conjugan los conocimientos humanísticos básicos y generalistas con el aprendizaje de las herramientas y técnicas de las nuevas TIC. Los estudiantes adquirirán la formación, los conocimientos y las habilidades necesarias para permitirles el pleno desarrollo de las funciones relacionadas con la investigación y la enseñanza de la historia, con la finalidad de que comprendan y hagan comprensibles a los demás los acontecimientos del pasado.





Post-humanist principles to research the networked learning

Alexandro Escudero-Nahón

Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro
alexandro.escudero@uaq.mx

Abstract

«Networked learning» is a concept whose purpose is to define an emerging research field characterized by the transversal and ubiquitous presence of technology in education. However, it lacks explanatory force because it is pinned to the anthropocentric principles of modern humanism. Such principles consider technology and «the human» as ontologically different areas and they place the human being at a central and ruling position. In this text, I present an ontological and epistemological post-humanist restatements of the actor-network theory (ANT) that allow an original definition of networked learning. This network works because different human and non-human agencies associate and continue performing their functions. As soon as they stop operating, the network disappears. There could be knowledge but not learning before and after the network. The purpose of educational research is to track down how learning networks originate, how they strengthen, how they associate to other networks and how they disappear.

Keywords: post-anthropocentrism; educational technology; actor-network theory (ANT); educational research.

Fecha de entrada: 20-09-2019 / Fecha de aceptación: 17-10-2019

Citation: Escudero-Nahón, A. (2020). Post-humanist principles to research the networked learning. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 169-186.



Principios poshumanistas para investigar el aprendizaje en red

Alexandro Escudero-Nahón

Extracto

El «aprendizaje en red» es un concepto cuyo propósito es definir un campo de investigación emergente caracterizado por la presencia transversal y ubicua de la tecnología en la educación. Sin embargo, carece de fuerza explicativa porque está sujeto a los principios antropocéntricos del humanismo moderno. Dichos principios consideran la tecnología y al «ser humano» como áreas ontológicamente diferentes y colocan a este en una posición central y dominante. En este texto se presenta una reformulación ontológica y epistemológica basada en los principios poshumanistas y en la teoría del actor-red (*actor-network theory* [ANT]) que permite una definición original del aprendizaje en red. Esta red funciona porque diferentes agentes humanos y no humanos se asocian y desempeñan sus agencias específicas. Tan pronto como dejan de funcionar, la red desaparece. Podría haber conocimiento, pero no aprendizaje, antes y después de la red. El propósito de la investigación educativa es rastrear cómo se originan las redes de aprendizaje, cómo se fortalecen, cómo se asocian a otras redes y cómo desaparecen.

Palabras clave: posantropocentrismo; tecnología educativa; teoría del actor-red (*actor-network theory* [ANT]); investigación educativa.

Cómo citar: Escudero-Nahón, A. (2020). Principios poshumanistas para investigar el aprendizaje en red. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 169-186.



Summary

- 1. Introduction
 - 2. Anthropocentrism and dichotomy: problems of modern humanism
 - 2.1. Post-humanist ontological restatements
 - 2.2. From anthropocentric epistemology to networked learning
 - 3. Educational research objectives
 - 3.1. To inductively track down multiple agencies
 - 3.2. To build analytical categories in an abductive reasoning
 - 4. Conclusions
- Bibliographic references

1. Introduction

The transversal and ubiquitous presence of digital technology in educational processes has caused the creation of a wide area of study known as educational technology and, since two decades ago, a great deal of research has been done multidisciplinary and interdisciplinary (Gros, 2012). The analysis categories used to cover this field of study are varied; for example: e-learning, personal learning environment, virtual learning environment, technology-enhanced education, networked learning, among others (Hsu *et al.*, 2012; Hung, 2012).

The concept of «networked learning» is particularly interesting because it refers to technical and human connections that the students carry out to obtain good academic results in a highly technological study environment. This concept is not original, yet useful. In fact, regardless of the historical period, people have always created a web of connections to learn. However, it was only possible to consider it until digital technology allowed certain unusual connections that overcame temporal and physical limitations to access new sources of information and new learning references (Jiménez, Bustamante y Albornoz, 2015; Pedersen, 2010).

The concept of «networked learning» is particularly interesting because it refers to technical and human connections that the students carry out to obtain good academic results in a highly technological study environment

The limitation of the concept «networked learning» is not related to the idea of the connections a person creates to learn, but to the ontological and epistemological principle of the words «learning» and «network». The concept «networked learning» was heir of the ontological and epistemological principles of modern humanism, characterized as anthropocentric and dichotomous (Pedersen, 2010). For that reason, the concept of «networked learning»:

- Accepts technology, education and human beings as autonomous and different-to-each-other's areas (Jiménez *et al.*, 2015; Thomas and Buch, 2013).
- Urgently places the learner in the center of the education process and raises him over the rest of non-human elements which participate in education (Carlson, 2015).

The previous information makes the concept useless to study emerging educational models and practices, distinguished to be highly mediated by technology, where a steep

prominence of non-human elements operate without a center nor periphery, that is, as a network (Knox, 2016; Minerva, Biru and Rotondi, 2015). For example, some emerging educational scenarios are (Rivas and Delgado, 2016):

- **Gamification of education.** Refers to the tendency to fusion learning with video-games logic. Some innovations benefit from the potential of videogames in order to apply it to learning experiences (Wesley and Barczak, 2010).
- **Learning in the cloud.** Refers to a generalized tendency to integrate different types of innovations, among which mass open online courses (MOOC) (Scopeo, 2013); digital content platforms, where tutorial videos have a massive boom (for example, TedTalk, 2016); and language learning platforms, stand out (Christensen, Johnson and Horn, 2008).
- **Hybrid learning.** It combines face-to-face education with virtual modalities. For example, «inverted class», «learning virtual environment» or «learning management systems». Some studies agree that this is the most relevant tendency for the future in education (Johnson *et al.*, 2016; Rivas and Delgado, 2016).
- **Integral systems of educational services.** According to the *50 Educational Innovations in Latin America. Graduate XXI: A Map towards the Future* report (Rivas and Delgado, 2016), this tendency is configured by integral devices in pedagogical support, whose purpose is to offer integrated assistance to schools. The students pay a monthly fee and that payment gives them the right to access a package of services which include textbooks, exclusive access to educational sites, management systems, forums and Web 2.0 for teachers, parents and students, pedagogical advice, continuous evaluation of students, and equipment.
- **Adaptive learning.** It is the least developed tendency so far, but it promises to make the potential of education by means of technology happen, because it uses artificial intelligence to custom learning. Due to the fact that student's interaction with knowledge produces an enormous quantity of data, predictions about its future educational practice can be made, and personalized learning sequences on digital platforms can be created (Rivas and Delgado, 2016).

With this overview, educational research has the challenge to overcome the modern humanist vision, which entails «networked learning», and redefine this analysis category with the purpose of explaining the relationship of educational technology in learning processes. This text presents some post-humanist ontological restatements and some epistemological restatements of the ANT to prove that it is possible to overcome the anthropo-

With this overview, educational research has the challenge to overcome the modern humanist vision, which entails «networked learning», and redefine this analysis category with the purpose of explaining the relationship of educational technology in learning processes

centric and dichotomous principle of modern education, redefine the «network learning» concept and state an inductive research process, capable of tracking down the origins of learning networks, how they get strong, how they associate to other networks and how they disappear.

2. Anthropocentrism and dichotomy: problems of modern humanism

Modern humanism emerged in Europe in the 17th century. The first records of the «humanism» date back to the latin word «*humanitas*». In this period, the concept referred to a distinction between the culture and education that a free man should receive and which was not inherent, in any way, in the «barbarian human» (Arbea, 2002).

Through history, the concept changed to different types of humanism, like the classical, medieval, illustrated, existential, etc. (Echeverría, 2006; Kakkori and Huttunen, 2010), all gave four features to «the human» (Espinosa, 2016; Knox, 2016):

- Essentialism.
- Universalism.
- Autonomy.
- Transcendence.

Indeed, humanism is an explicit or hidden distinction, the human makes of himself based on a supposed essential condition, which separates him and makes him different, better and more important than non-human entities.

The real modern humanism emerged in the 17th century in Europe. Contrary to classical and medieval humanism, this type of humanism was insufflated by illustrated thinking and a particular optimism on the human being's rational faculty. Therefore, the modern project was based on the account and promise that science and technology dominion would free humankind of pre-modern atavisms (Dolphijn and Van der Tuin, 2011).

Modern humanism founded its ontology on a treacherous synecdoche (Weaver, 2010). By postulating that «the human side is the measurement of everything», in other words, by using a part to represent the whole, an anthropocentric world was created that, by definition:

- Is hierarchized, because it overestimates «the human» agency and despises the «non-human» agency.

- Separates ontology from epistemology, separating he who knows, from what he knows, and with what he knows.
- Divides and classifies knowledge disciplines according to an anthropocentric study object, in other words, it assumes «the human» is a subject of study with well defined attributes and substantially different to the «non-human».

In order to keep the human at the top of this symbolical ordering, humanism had to turn to a double ruse: first, the argument indicates that «the human» kept a disruptive relationship with the «non-human» due to its rational character, and all complexity of the world was simplified in these two categories (human/non-human); second, this symbolical ordering involved judgment and evaluation of the importance of one category over the other. Thus, critics of modern humanism assure that their ontology and epistemology, are based on an binary symbolical ordering (St. Pierre, 2013).

Modern educational theory inherited modern humanism and, therefore, its starting point was always a provincial paradigm that placed «the human» in the center as an only cognitive subject, with well-defined essential attributes, separated from what he learns and from the things he uses to learn (Snaza and Weaver, 2015). Also, certain topics caught the educational theory's attention, which had always reduced the complexity of the field of study to dichotomies and added more value to, for instance, culture rather than nature; the subject, rather than the object; education, rather than technology; etc. (González, 2015).

Modern educational theory inherited modern humanism and, therefore, its starting point was always a provincial paradigm that placed «the human» in the center as an only cognitive subject, with well-defined essential attributes, separated from what he learns and from the things he uses to learn

The previous information influenced educational research since the 18th century in at least, three issues (Law, 2004):

- It was assumed that only the human being, and no other being, could be a cognitive subject.
- It was assumed that the «non-human» would only have the possibility to be cognoscible subjects.
- Due to the fact that science and technology were only available to an essential, universal, autonomous and transcendent human, it was logical that only one method was recognized to produce valid knowledge.

Modern humanism proved its inconsistencies. From the 18th century, mankind has caused an unprecedented historical worldwide pollution and inequality, to the point of considering the

influence of the human over the world as a new geological era that threatens, ironically, the survival of our species: this is called «Anthropocene» (Morton, 2013).

Therefore, since mid 20th century, the disillusionment over modern humanism became relevant in post-modern speech, whose labor was the deconstruction of all narratives produced by the european modernity. An impetus to create ontological and epistemological restatements emerged in order to lead educational research through other paths to overcome modern research, which was considered deductive and positivist. The main character of this ontological and epistemological upheaval is post-humanism.

2.1. Post-humanist ontological restatements

Post-humanism thinking is composed of various theoretical-conceptual tendencies, which purpose is to point that the harmful anthropocentrism, on which all damage against mankind, nature and things was justified, and that has also influenced the principles of educational research, must be overcome by a different definition of «human being» (Weaver, 2010; Braidotti, 2013; Wolfe, 2010).

These tendencies can be classified in four areas: «critical post-humanism» questions the primacy of rational and autonomy as the basis for an allegedly archetypical human being; «anti-anthropocentric post-humanism» takes the human off the center and questions his privilege over other life forms; «transhumanism» seeks for an improvement of human condition through a scientific and technological enhancement; and «analytical post-humanism» is a field of study on science and technology that stresses on human and non-human relations as part of a network (Skågeby, Mattias and Rahm, 2016).

Overall, post-humanism has detected that, because the narrative of modern humanism is still dominating the technology and education speech, both are taken as autonomous areas, as different ontological worlds (Thomas and Buch, 2013). That is because modern thinking is dichotomous and, no matter how complex the elements of education scenarios are, they are given well-defined limits, as well as essential attributes, and are reduced to dichotomies in negative relationship; for example: «object-subject», «mind-body», «human-non-human», «environment-person». These dichotomies, however, always value in a negative way one of the concepts. Thus, for instance, «object», «body», «non-human» and «environment», have been considered underestimated concepts by educational research, against their opposites: «subject», «mind», «human», and «person».

Post-humanism has detected that, because the narrative of modern humanism is still dominating the technology and education speech, both are taken as autonomous areas, as different ontological worlds

When post-humanism advocates to break that dichotomous vision, it introduces the possibility of a complex thinking which:

- Accepts that education scenarios are composed by different elements dissimilar to each other.
- Those elements do not possess any essential attribute prior to the scenario where they take place; they are hybrids, produced precisely that way due to their multiple associations.

Hence, the artifactual and simplified sense of educational technology is overcome, only referring to the tools used to teach and learn; and a more complex educational version of technology is built, including all the «human» and «non-human» elements in dynamic processes (DeLanda, 2006; Usher and Edwards, 2005). Post-humanist thinking is useful to surpass the burdens caused by modern humanism because it proposes new onto-epistemological principles:

- To de-centralize «the human» and place him at the same level of importance than the «non-human» (Wolfe, 2010).
- To accept that «the human» and «non-human» constitute the world, interdependently constituted, and, therefore, their agencies are equally important in the complex and multiple situation of reality (Braidotti, 2013).
- To stop assuming that the one who knows is invariably a «human being», and is different to what he knows, and the things through which he knows may be underestimated (Snaza and Weaver, 2015) (table 1).

Table 1. Ontological principles of modern humanism and post-humanism

Modern humanism	Post-humanism
Anthropocentrism: it centers the human being and wishes to control, through science and technology, the non-human, located in the periphery.	Decentralizes the human and places him at the same level of importance of the non-human.
Dichotomous thinking: it organizes reality symbolically with simplified dichotomies where one of the pairs necessarily subordinates the other one.	It accepts that the human and non-human constitute the world; and both constitute each other interdependently; therefore, their agencies are equally important.
The cognitive «subject» is always human and approaches «objects» of study that have well-defined and essentially different limits to those of the human.	The human being does not hold the prerogative of learning, is not different to what he knows, and the things through which he knows are a condition of possibility for learning.

Source: own elaboration.

From a post-humanist perspective, it can be said that the «non-human» has always been a condition of learning possibility, and not only accessory of this process. This forces the building of a new epistemological account for the study of emerging education scenarios, characterized by being ebullient of heterogeneous elements and which keep different connections among each

other, like software, social networks, hardware, internet signal, artificial intelligence, augmented intelligence, internet of things, management learning platforms and the human beings, as well.

From a post-humanist perspective, it can be said that the «non-human» has always been a condition of learning possibility, and not only accessory of this process

2.2. From anthropocentric epistemology to networked learning

From the second half of the 20th century, the demise of modern and positivist vision in social sciences caused different theoretical and conceptual restatements. One of the most relevant was the bifurcation experienced by traditional sociology, with the emergence of the «sociology of associations» (Devenin and Henríquez, 2011). This proposal forcefully argued that traditional sociology had been undermined in the capacity to tackle, describe, and explain its objects of study because it assumed that society exists in itself, in an essential manner.

According to this critique, traditional sociology would have caused, at least, two undesired effects:

- Accept as an explanation what should be explained and confused the cause with the effect: the result was a shortfall in the explanatory capacity (Pignuoli-Ocampo, 2014).
- Assume that society essentially exists, therefore, it tried to describe the features of that social «substance» and lost the capacity of reaction before the dynamism of the object of study (Latour, 2013).

In contrast, the « sociology of associations» offered a theoretical-conceptual scaffolding which revitalized social studies: the ANT (Latour, 2007, 2008, 2009). The ANT consolidated in the eighties in the 20th century; since then, it is a referent for the studies that take seriously the role of non-human and technological elements in social life (Jackson, 2015). The ontological principle of ANT is that society itself, does not

The ontological principle of ANT is that society itself, does not exist; at least, not as an essential substance where social things happen (check the irony); it is also not, an homogeneous context; not even as a prerogative of human beings over the non-human

exist; at least, not as an essential substance where social things happen (check the irony); it is also not, an homogeneous context; not even as a prerogative of human beings over the non-human (Latour, 2013). On the contrary, society is a movement, an assembled process, a circulating flow that makes multiple agencies interact, while it also requires those agencies to keep various heterogeneous elements properly associated. The «social» is, actually, elements associated as a network (Harman, 2009).

Thus, the epistemological principles of ANT are relevant to restate one definition of «networked learning». Contrary to other network definitions, ANT postulates a performative, not ostentatious, attitude to the network; a hybrid attitude of the elements that constitute the network; a wide conception of the word agency; and the importance of the non-human elements to guarantee the persistence of the network (Latour, 2005):

- **The network is performative, not ostentatious.** One network is such, as long as the elements that constitute it carry out their agencies; as soon as those agencies cease operating, the network disappears. Therefore, none of the network elements flaunts to themselves, essentially, none of the agencies.
- **The network is hybrid.** If the human and non-human elements manage to strongly associate, they create hybrid unities susceptible of being analyzed as «almost human» elements or «almost non-human» elements.
- **There are multiple agency types in a network; not all of them performed by the human being.** The importance resides on the fact that they are issued and immediately received by the network elements. In other words, an agency is not only the ability the network elements have to generate transformations, but also the ability they have to receive those influences, just like a moving target.
- **In order for a network to be strong, it must necessarily guarantee their agencies persistence.** The non-human elements are fundamental to comply with that purpose. That is why, the importance of human and non-human elements is symmetrical in the network, because its value resides not on its human condition, but on their ability to guarantee that nothing threatens the right operation of the agencies.

The concept «networked learning» can substitute the idea of the human being centered in the learning process, and everything else placed in the periphery, with a notion of performative network. Consequently, «networked learning» may be defined as: learning is in itself, a working network. «Networked learning» requires the correct association of different elements and human and

The concept «networked learning» can substitute the idea of the human being centered in the learning process, and everything else placed in the periphery, with a notion of performative network

non-human agencies. This network has no essentialist character; it will exist as long as its human and non-human elements appropriately fulfill their agencies. «Networked learning» is performative and the network disappears in the moment the multiple agencies cease to operate adequately. Prior to a learning network, there will be knowledge, in a certain way, correct; yet, there will be no learning. Learning cannot be considered as the result of a process. There will be knowledge, in a certain way correct, when the network disappears; however, there will be no learning. Once again, learning is, in itself, a working network. When the networked learning is powerful, it is capable of assembling itself to other networks and stay there for a long time; it may get stronger. When a learning network is powerful, it seems to influence and transform almost everything.

If educational research accepts the idea that associations create «the social», and not vice versa, then it would be able to address the learning process as a network. In addition, it would be able to track down associations created by the human and non-human elements in the network. Its explanatory force and its reaction ability to current education scenarios would improve (Echeverría and González, 2009). Thus, a horizon of conceptualizations that could account for the emerging actors that constitute educational technology would occur. Therefore, the purpose of educational research, from this perspective, is to track down how these networks originate, stabilize, persist and disappear (Escudero-Nahón, 2016).

3. Educational research objectives

3.1. To inductively track down multiple agencies

Positivist research, which prevailed in educational research until the second half of the 20th century, had the purpose of verifying hypotheses. That is why, most of the studies were performed with the hypothetical-deductive method, which accurately defines a study problem, builds a dense theoretical framework with pre-defined analysis categories, and designs ultimate instruments to collect data before entering the field of study (Hernández, Fernández-Collado and Baptista, 2010).

According to different emerging research proposals based on ontological and epistemological restatements previously described (Fenwick and Edwards, 2010, 2011; Fenwick, Edwards and Sawchuk, 2011; Law, 2004), there is no unique method to study educational phenomena as a network. These proposals share the fact that they do not design a rigid and strict research method before entering the field of study (for example, the network), but strengthens the method along the study.

In fact, educational research carried out with these ontological and epistemological parameters seem to be a mess at the beginning. That is because interesting problems are covered, and these question different hybrid elements and their agencies. As it was mentioned

before, a powerful network gives the feeling of not having limits and influencing everything. Nevertheless, it is possible to track down the elements and their network agencies or, at least, the sediments of the activity.

The positivist deductive research tends to start by defining a study problem and certain hypotheses, verified through deductions based on previous analytical categories. Research here aims to start a diametrically opposing process. Inductive research enters the network thoroughly tracking an agency and, as the associations set with other network elements are identified, then (and only then), the building of analytical categories begins.

Inductive research enters the network thoroughly tracking an agency and, as the associations set with other network elements are identified, then (and only then), the building of analytical categories begins

This process of entering the network is inductive because it requires to stop the previously learnt analytical categories and because it does not have any instrument to obtain predesigned data (Clarke, 2009; Gibson and Hartman, 2014). If we accept the premise that no previously defined study objects exist, with intrinsic attributes or defined limits in a networked learning process, but the elements and their agencies are assembled instead, then it is possible to accept that network study objects are hybrid, contingent, contradictory, ambiguous and paradoxical.

In any case, the stress of this inductive process is not to verify the existence or absence of previously designed analytical categories, but to be sensitive to information that generates the elements activity and their network agencies. This sensitivity might be stimulated when trying to answer two simple questions: What is the main problem to install a learning network? How do the network elements try to solve that problem?

Traditional instruments and techniques to get information are still useful; however, now the purpose is to identify ambiguities, contingencies, paradoxes, controversies, etc., with which the network elements and agencies tend to behave. Deep interviews, informal conversations, focus groups, and others are very adequate techniques to obtain information about the human actors in a network; observation, immersion, multimedia registers, among others tend to be useful to register the non-human actor agencies (Fenwick *et al.*, 2011).

3.2. To build analytical categories in an abductive reasoning

An inductive process to collect and analyze data, like the one mentioned here, does not rule out an analytical categorization, it only stops the previously learnt analytical categories. This way, it is intended to stimulate the collection of unprecedented and original data. However, to build analysis categories with explanatory capacity in the network, it is necessary an

abductive procedure. Abduction is a way of reasoning that constantly generates and evaluates different and varied hypotheses with the purpose of giving sense to facts that seem to be puzzling. Locke, Golden-Biddle and Feldman (Locke, Golden-Biddle and Feldman, 2008) mapped it as it follows: if deduction proves that «something must be»; induction proves that «something works that way»; but abduction suggests that «something might be that way».

Abduction is a way of reasoning that constantly generates and evaluates different and varied hypotheses with the purpose of giving sense to facts that seem to be puzzling

Abduction is a mental process, which associates terminology that normally is not associated among each other. The intention is to constantly integrate and disintegrate explanations of an apparent puzzling phenomenon. Charles Pierce, in his studies on abduction, assured that the result of this mental process is the creation of an original order that can explain phenomena that was not defined that way previously (Pape, 1999; Reichertz, 2007).

Contrary to the deductive research method, which designs one hypothesis before jumping to the field of study, abduction constantly integrates and disintegrates different hypotheses using analytical categories built in the network to explain the problem (Dunne and Dougherty, 2015). The purpose of this procedure is to explain how the network elements and agencies associate to each other, how they keep working, how they assemble themselves to other networks, how they get strong and how they disappear.

4. Conclusions

«Networked learning» is a concept which purpose is to define a field of study for scenarios highly mediated by technology. However, this concept has some explanatory limitations because it inherited certain ontological and epistemological principles of modern humanism. This theoretical heritage has, at least, two conceptual burdens: the anthropocentric character and the reductionist dichotomy.

Ontological post-humanist restatements vanish those conceptual burdens and prove that «the human» and «non-human» should be equally important for educational research because both constitute the world. Besides, it is not possible to separate the one who knows from what he knows, or the things with what he knows. In other words, «the non-human» is a learning possibility condition and not only a learning accessory.

On the other hand, epistemological restatements of the actor-network theory show that society, itself, does not exist; but the association of human and non-human elements create societies. One of the most relevant associations to educational research is the process of assembling human and non-human elements to learn.

Therefore, «networked learning» can be defined as: learning is a working network. This network associates human and non-human elements and agencies. As long as these associations exist, the network will too. As soon as the agencies cease to operate adequately, the network disappears. Prior to a learning network, there will be knowledge in a certain way correct, but there will be no learning. Learning cannot be considered as the result of a process. There will be knowledge, in a certain way correct when the network disappears, but there will be no learning.

Therefore, from this perspective, the object of educational research is to track down how learning networks originate, how they get strong, how they associate to other networks and how they disappear.

Bibliographic references

- Arbea, A. (2002). El concepto de *humanitas* en el Pro Archia de Cicerón. *Onomázein*, 7, 339-400.
- Braidotti, R. (2013). *The Posthuman*. Cambridge, United Kingdom: Polity Press.
- Carlson, D. (2015). Foreword. In N. Snaza and W. Weaver (Eds.), *Posthumanism and Educational Research*. New York, USA: Routledge.
- Christensen, C., Johnson, C. and Horn, M. (2008). *Disrupting Class: How Disruptive Innovation Will Change the Way the World Learns*. Washington DC, USA: McGraw Hill.
- Clarke, A. (2009). From grounded theory to situational analysis: What's new? Why? How? *Developing Grounded Theory: The Second Generation* (pp. 194-233). Oxon, New York, USA: Routledge.
- DeLanda, M. (2006). *A New Philosophy of Society: Assemblage Theory and Social Complexity*. London, England, United Kingdom: Continuum.
- Devenin, V. and Henríquez, G. (2011). Narrativas tecnológicas: un ejemplo de aplicación de la sociología de las asociaciones. *Cinta de Moebio: Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, 41, 167-181. doi: <https://doi.org/10.4067/S0717-554X201100020004>.
- Dolphijn, R. and Tuin, I. van der. (2011). Pushing dualism to an extreme: on the philosophical impetus of a new materialism. *Continental Philosophy Review*, 44(4), 383-400. doi: <https://doi.org/10.1007/s1007-011-9197-2>.
- Dunne, D. and Dougherty, D. (2015). Abductive reasoning: how innovators navigate in the labyrinth of complex product innovation. *Organization Studies*, 37(2), 131-159. doi: <https://doi.org/10.1177/0170840615604501>.
- Echeverría, B. (2006). El humanismo del existencialismo. *Diánoia*, 51(57), 189-199. doi: <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>.
- Echeverría, J. and González, M. (2009). La teoría del actor-red y la tesis de la tecnología. *ARBOR. Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 185(738), 705-720. doi: <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1047>.

- Escudero-Nahón A. (2016). Aprendizaje en red: fundamentos ontoepistemológicos para su investigación. In R. Roig-Vila (Ed.), *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 1.609-1.615). Barcelona, España: Octaedro. Retrieved from <<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/61787>> (on March 22, 2019).
- Espinosa, L. (2016). Movimientos sociales. X taller internacional primero de mayo. In A. Rodríguez and J. Castellanos (Eds.), *Esbozo para una categoría de humanismo en las epistemologías del sur* (pp. 29-44). La Habana, Cuba: Instituto de Historia de Cuba-Universidad Autónoma de Chapingo.
- Fenwick, T. and Edwards, R. (2010). *Actor-Network Theory in Education*. New York, USA: Routledge.
- Fenwick, T. and Edwards, R. (2011). Introduction: reclaiming and renewing actor network theory for educational research. *Educational Philosophy and Theory*, 43(S1), 1-13.
- Fenwick, T., Edwards, R. and Sawchuk, P. (2011). *Emerging Approaches to Educational Research. Tracing the Sociomaterial*. New York, USA: Routledge.
- Gibson, B. and Hartman, J. (2014). *Rediscovering Grounded Theory*. Beverly Hills, California, USA: Sage.
- González, S. (2015). Antropología y el estudio de las ontologías a principios del siglo XXI: sus problemáticas y desafíos para el análisis de la cultura. *Estudios sobre las culturas contemporáneas*, XXI(42), 39-64.
- Gros, B. (2012). Retos y tendencias sobre el futuro de la investigación acerca del aprendizaje con tecnologías digitales. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 32, 3-13.
- Harman, G. (2009). *Prince of Networks: Bruno Latour and Metaphysics*. Melbourne, Australia: Re-Press.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C. and Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.ª ed.). Mexico: McGraw Hill.
- Hsu, Y.-C., Ho, H. N. J., Tsai, C.-C., Hwang, G. J., Chu, H.-C., Wang, C.-Y. and Chen, N. S. (2012). Research Trends in Technology-based Learning from 2000 to 2009: A content Analysis of Publications in Selected Journals. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(2), 354-370. Retrieved from <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=76559251&lang=es&site=ehost-live>> (on January 14, 2019).
- Hung, J.-L. (2012). Trends of e-learning research from 2000 to 2008: use of text mining and bibliometrics. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 5-16. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01144.x>.
- Jackson, S. (2015). Toward an analytical and methodological understanding of actor network theory. *Journal of Arts & Humanities*, 4(2), 29-44.
- Jiménez, J., Bustamante, M. and Albornoz, M.ª (2015). El problema del determinismo en las políticas de educación y TIC. In H. Thomas, M. Albornoz and F. Picabea (Eds.), *Políticas tecnológicas y tecnologías políticas. Dinámicas de inclusión, desarrollo e innovación en América Latina* (pp. 207-240). Buenos Aires, Argentina: FLACSO Ecuador/Universidad Nacional de Quilmes.
- Johnson, L., Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. and Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas, USA: The New Media Consortium.
- Kakkori, L. and Huttunen, R. (2012). The Sartre-Heidegger controversy on humanism and the concept of man in education. *Educational Philosophy and Theory*, 44(4), 351-365. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2010.00680.x>.

- Knox, J. (2016). *Posthumanism and the Massive Open Online Course: Contaminating the Subject of Global Education*. New York, USA: Routledge.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford, United Kingdom; New York, USA: Oxford University Press.
- Latour, B. (2007). *Nunca fuimos modernos: ensayo de antropología simétrica*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI.
- Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires, Argentina: Manantial.
- Latour, B. (2009). On Recalling ANT. In J. Law and J. Hassard (Eds.), *Actor Network and After* (pp. 15-25). Oxford, United Kingdom: Blackwell.
- Latour, B. (2013). *An Inquiry into Modes of Existence. An Anthropology of the Moderns*. Cambridge, Massachusetts, USA: Harvard University Press.
- Law, J. (2004). *After Method*. New York, USA: Routledge.
- Locke, K., Golden-Biddle, K. and Feldman, M. (2008). Making doubt generative: rethinking the role of doubt in the research process. *Organization Science*, 19, 907-918.
- Minerva, R., Biru, A. and Rotondi, D. (2015). *Towards a Definition of the Internet of Things*. Torino, Italy.
- Morton, T. (2013). *Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World*. University of Minnesota Press.
- Pape, H. (1999). Abduction and the topology of human cognition. *Transactions of the Charles S. Peirce Society*, 45(3), 199-221. Retrieved from <<http://www.jstor.org/stable/10.2307/40320760>> (on July 23, 2019).
- Pedersen, H. (2010). Is «the posthuman» educable? On the convergence of educational philosophy, animal studies, and posthumanist theory. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 31(2), 237-250.
- Pignuoli-Ocampo, S. (2014). La posición epistemológica del constructivismo simétrico de Bruno Latour. *Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, 52, 91-103.
- Reichertz, J. (2007). Abduction: the logic of discovery of grounded theory. In A. Bryant and K. Charmaz (Eds.), *The SAGE Handbook of Grounded Theory* (pp. 214-228). London, England, United Kingdom: Sage Publications.
- Rivas, A. and Delgado, L. (2016). *50 innovaciones educativas en América Latina. Graduado XXI, un mapa del futuro*. Washington DC, USA. Retrieved from <<https://publications.iadb.org/handle/11319/7595>> (on April 30, 2019).
- Scopeo. (2013). *Informe No. 2. MOOC: estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro*. Retrieved from <<http://scopeo.usal.es/informes/scopeo-informe-no-2-mooc-estado-de-la-situacion-actual-posibilidades-retos-y-futuro/>> (on March 21, 2019).
- Skågeby, J., Mattias, A. and Rahm, L. (2016). Editorial: Transhumanist Politics, Education, and Design. *Confero*, 4(2), 5-9. doi: <https://doi.org/10.3384/confero.2001-4562.161219>.
- Snaza, N. and Weaver, J. (Eds.). (2015). *Posthumanism and Educational Research*. New York, USA: Routledge.
- St. Pierre, E. (2013). The posts continue: becoming. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 26(6), 646-657. doi: <https://doi.org/10.1080/09518398.2013.788754>.
- TedTalk. (2016). *TedTalk: Ideas Worth Spreading*. Retrieved from <<https://www.ted.com>> (on October 22, 2019).

Thomas, H. and Buch, A. (2013). *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología* (1.ª reprint). Bernal, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes. Retrieved from <<http://www.unq.edu.ar/advf/documentos/520933c153e48.pdf>> (on March 12, 2019).

Usher, R. and Edwards, R. (2005). Subjects, networks and positions: thinking educational guidance differently. *British Journal of Guidance & Counselling*, 33(3), 397-410. doi: <https://doi.org/10.1080/0306988050179640>.

Weaver, J. (2010). The posthuman condition: a complicated conversation. In E. Malewski (Ed.), *Curriculum Studies Handbook: The Next Moment* (pp. 190-200). New York, USA: Routledge.

Wesley, D. and Barczak, G. (2010). *Innovation and Marketing in the Video Game Industry: Avoiding the Trap*. Surrey, England, United Kingdom: GOWER.

Wolfe, C. (2010). *What is Posthumanism?* Minneapolis, Minnesota, USA: University of Minnesota Press.



Máster en Tecnología Educativa

Este máster oficial [60 créditos ECTS] tiene una duración normal de 12 meses.

Dirigido a: Titulados universitarios de las distintas ramas del conocimiento que deseen especializarse en el correcto desempeño de las funciones de un experto en tecnología educativa. No exige experiencia previa en el ámbito educativo. Especialmente dirigido a titulados en Magisterio, Pedagogía y Educación Social.

Aquellas personas interesadas que no provengan de las titulaciones anteriormente citadas deberán realizar unos complementos formativos.

Objetivos: Capacitar a profesores, investigadores y educadores en el conocimiento y empleo de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información, así como de los modelos formativos e-learning y b-learning, en beneficio de las acciones formativas en los nuevos contextos educativos. También profundiza en el conocimiento de las posibilidades que ofrecen las tecnologías actuales y emergentes para encontrar nuevas formas de obtención y manejo de información en ámbitos educativos.

Inicio en **octubre** y **febrero** de cada año

www.udima.es | 918 561 699



¿Cómo abordar la educación del futuro?: conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente

Mercè Gisbert Cervera, Vanessa Esteve-González y José Luis Lázaro Cantabrana (Eds.)

Ediciones Octaedro

244 páginas - 2019 - 19,80 €

ISBN: 978-84-17219-88-8

La adaptación al cambio en la sociedad del siglo XXI supone un reto en la nueva era digital. En los últimos años la evolución de la tecnología ha transformado el modo en que nos comunicamos o nos desenvolvemos a través de los medios y ha contribuido, consecuentemente, a que la habilidad del individuo progrese para hacer frente a su día a día personal, profesional y académico, siendo capaz de colaborar en equipo, potenciar su participación y desarrollar su creatividad, es decir, poseer una competencia digital. Es lo que conocemos como la «sociedad del conocimiento y de la información».

Actualmente, se puede apreciar de qué modo, en todos los ámbitos –económico, social, cultural y político–, el avance de la tecnología se ha integrado para mejorar su competitividad, y la educación no ha estado exenta de esta evolución. Es en este punto donde este libro plantea, a través de un trabajo de investigación basado en evidencias empíricas, el gran desafío al que se enfrenta la enseñanza, siendo crucial el papel del docente, su formación para el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), su acceso a la tecnología y su posterior implementación.

La competencia digital docente cobra protagonismo; por ello, se incide en la importancia de su formación inicial hacia la capacitación profesional, pues será lo que los profesores deberán enseñar. Se destaca, por ende, la necesidad de contar con un profesorado de calidad que esté a la altura de la demanda de una sociedad cada vez más compleja, capaz de formar a ciudadanos con destrezas digitales y que cuente con una inquietud docente que le permita poseer los conocimientos precisos para adaptar la tecnología a su ámbito de enseñanza.

El libro también señala que las instituciones adquieren una gran relevancia en este sentido, pues deben fomentar la inclusión de la tecnología y promover la competencia digital de la ciudadanía. En especial, considera las instituciones universitarias como centros muy valiosos, ya que son los encargados de la formación del profesorado y de la formación

didáctica y pedagógica. El problema surge cuando esta formación recibida, en cuanto a competencia digital docente se refiere, depende de la actitud del profesorado, es decir, del interés que demuestre por progresar a nivel individual. Se afirma, además, que este reto no debe recaer solo en los docentes y en las instituciones, sino que necesita partir del liderazgo de los equipos directivos y extenderse a la sociedad.

Los estudiantes, por su parte, con la ayuda del profesorado, deberán involucrarse en las diversas estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje, intentarán adaptarse a los espacios educativos emergentes y mantendrán, en la medida de lo posible, una colaboración activa. En otras palabras, esforzarse para adquirir nuevas destrezas que les permitan desarrollar su competencia digital, y esto, desde la universidad, se puede conseguir a través de planes de estudio que aseguren su adquisición. No por el hecho de considerarse nativos digitales van a prescindir de formación al respecto.

A lo largo de las páginas de este trabajo, encontramos nuevos entornos de estudio que han proliferado con el avance de la tecnología en los últimos años. Por un lado, encontramos los denominados «espacios inteligentes de aprendizaje» (*smart learning environments* [SLE]). Estos espacios emergentes permiten a los estudiantes aprender tanto en entornos físicos como virtuales. Un nuevo aprendizaje donde ya no existe la exclusividad de un aula física, es decir, se abre paso a otros ambientes de trabajo que proporcionan múltiples recursos digitales para el aprendizaje; por ejemplo, el uso de varios dispositivos digitales en un contexto físico, esto es, que la información se pueda obtener de varias fuentes al mismo tiempo. Por otro lado, se destacan los espacios basados en la tecnología 3D. Esto es debido a que el grupo de investigación ARGET (Applied Research Group in Education and Technology) llevó a cabo varios proyectos en un mundo virtual de simulación 3D: Simul@ y Simul@b. Este último, analizado en uno de sus capítulos, se trata de un laboratorio a distancia que nace con la finalidad de desarrollar la competencia digital docente. Una propuesta didáctica que pretende aportar luz a la problemática que se plantea en el título de este trabajo y a los retos a los que se enfrenta el ámbito educativo, donde el profesional de la enseñanza debe ser lo suficientemente hábil como para saber adaptar las tecnologías digitales a su profesión. Simul@b es una comunidad virtual en la que, a través de avatares, profesores y estudiantes interactúan para experimentar, investigar y generar actividades simulando entornos reales que estimulen su motivación; en pocas palabras, jugar aprendiendo. Es por ello que la gamificación y la motivación van de la mano, convirtiéndose en una gran estrategia para la obtención de sus objetivos de enseñanza-aprendizaje.

Se observa que la gamificación, en general, tiene un uso muy reducido en las aulas, aunque el profesorado la contempla como una herramienta útil. En cuanto a las experiencias inmersivas en entornos simulados se ha demostrado con evidencias que son una excelente forma de interpretar la presencialidad a través de ambientes intuitivos y atractivos para los estudiantes. Quienes han hecho uso de estas herramientas pedagógicas reconocen que el resultado didáctico es muy positivo, pero también se indica que existe cierto rechazo a su implementación, miedo a los obstáculos, temor a lo desconocido y a lo que, *a priori*, parece

difícil de usar. Además, se precisa de unos conocimientos avanzados en *software* de navegación 3D, convirtiéndose en un hándicap para los profesionales.

En definitiva, en este libro se ha podido analizar que tanto las instituciones como el profesorado son los representantes fundamentales del impulso hacia la transformación digital para los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, el gran reto al que deberá enfrentarse el sistema educativo será el desarrollo del aprendizaje asociado a las competencias digitales y a las competencias digitales docentes, así como la creación de nuevas herramientas que puedan emplearse para ello.

Con todo esto, el docente deberá conseguir adaptarse a los alumnos, usar sus entornos de participación y su mismo lenguaje digital. Si bien es cierto que esta transición no es fácil, tendrá que llevarse a cabo si se necesita disponer de un alumnado motivado, activo y que sepa autogestionarse en una sociedad en continua transmutación. Esta evolución, hacia un nuevo ámbito educacional, no pretende que la labor del docente desaparezca, sino más bien conseguir capacitarle para estar a la altura del reciente contexto, con las habilidades digitales indispensables que se requiere de un profesor en el siglo XXI.

Finalmente, cabe agradecer la gran labor de investigación y de reflexión que han llevado a cabo todos aquellos que han hecho posible la redacción de este libro, sin olvidar, también, el trabajo generado, fruto de los experimentos en los entornos virtuales a través del proyecto propuesto Simul@b.

Rubén Mariano Fernández Santamaría

Técnico de la Biblioteca Hipatia



Máster en Psicopedagogía

Este máster oficial [60 créditos ECTS] tiene una duración normal de 12 meses.

Dirigido a: Personas vinculadas con el mundo de la educación formal y no formal que deseen actualizar sus conocimientos. El estudiante de este máster ha de estar interesado por la labor del educador en un enfoque educativo inclusivo en el ámbito de la educación formal, y en el trabajo con diferentes grupos o colectivos sociales, favoreciendo la mejora de sus condiciones de vida y la disminución de las desigualdades por motivos de carácter social y cultural.

Objetivos: Permite el desempeño de una labor profesional especializada, avanzada y focalizada en el análisis, la planificación y la intervención para la mejora de los contextos educativos, sociolaborales y sociocomunitarios, de ahí la necesidad de una formación de posgrado que permita el desarrollo de las competencias específicas y multidisciplinares requeridas para su práctica profesional. Pretende dar cobertura a las funciones básicas de los psicopedagogos en distintos ámbitos de intervención y con diferentes agentes sociales que justifican la necesidad de crear diversos itinerarios formativos para la especialización de los profesionales.



Máster en Mercado del Arte

Este máster oficial de Mercado del Arte [60 créditos ECTS] tiene una duración normal de 12 meses.

Dirigido a: Titulados universitarios con un perfil amplio y diverso, que va desde el alumno con sesgo claramente humanista (como licenciados en Historia, Humanidades, Historia del Arte, Arqueología, etc.), hasta el alumno formado en finanzas, empresa y asesoramiento financiero que quiere encauzar sus conocimientos y experiencia hacia el mercado del arte y en el asesoramiento patrimonial en este tipo de activos. Tienen acceso directo al máster los titulados universitarios en Ciencias Empresariales, Administración y Dirección de Empresas y Economía. Aquellos titulados que no provengan de las titulaciones antes citadas deberán realizar unos complementos formativos.

Objetivos: Formar profesionales altamente cualificados en el ámbito de la dirección y gestión de empresas culturales relacionadas con el sector, dotándolos de un perfil práctico, profesional y competitivo. El programa formativo de este máster ha sido diseñado para que el estudiante domine todos los conocimientos necesarios que le capaciten para realizar adecuadamente y con garantía de éxito una labor de gestión, asesoramiento, peritaje y catalogación de bienes artísticos y de colección en entornos nacionales e internacionales.



Principales reseñas de legislación educativa publicadas en el BOE entre enero y abril de 2020

Estas reseñas pueden encontrarse en el BOE y en www.normacef.es (Legislación Administrativa)

Reseñas enero 2020

Títulos académicos.

Real Decreto 699/2019, de 29 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Termalismo y bienestar y se fijan los aspectos básicos del currículo.

(BOE de 10 de enero de 2020)

Real Decreto 700/2019, de 29 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1850/2009, de 4 de diciembre, sobre expedición de títulos académicos y profesionales correspondientes a las enseñanzas establecidas por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, para fijar el formato, el contenido y el soporte documental del Suplemento Europeo al Título de las Enseñanzas Artísticas.

(BOE de 10 de enero de 2020)

Real Decreto 701/2019, de 29 de noviembre, por el que se establecen los títulos de Técnico Deportivo Superior en Alta Montaña y Técnico Deportivo Superior en Escalada y se fijan sus currículos básicos y los requisitos de acceso.

(BOE de 10 de enero de 2020)

Real Decreto 702/2019, de 29 de noviembre, por el que se establecen los títulos de Técnico

Deportivo en Barrancos, Técnico Deportivo en Escalada y Técnico Deportivo en Media Montaña y se fijan sus currículos básicos y los requisitos de acceso.

(BOE de 10 de enero de 2020)

Reseñas febrero 2020

Universidad. Cualificaciones profesionales.

Real Decreto 233/2020, de 4 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 581/2017, de 9 de junio, por el que se incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2013/55/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, por la que se modifica la Directiva 2005/36/CE relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales y el Reglamento (UE) n.º 1024/2012 relativo a la cooperación administrativa a través del Sistema de Información del Mercado Interior (Reglamento IMI).

(BOE de 6 de febrero de 2020)

Títulos académicos.

Real Decreto 402/2020, de 25 de febrero, por el que se establece el título de Técnico en Guía en el medio natural y de tiempo libre y se fijan los aspectos básicos del currículo.

(BOE de 27 de febrero de 2020)

Reseñas marzo 2020

Organización ministerial.

Real Decreto 431/2020, de 3 de marzo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Universidades.

(BOE de 5 de marzo de 2020)

Títulos académicos.

Orden EFP/249/2020, de 11 de marzo, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de Técnico Superior en Química y Salud Ambiental.

(BOE de 18 de marzo de 2020)

Reseñas abril 2020

Estado de alarma. Educación no universitaria.

Orden EFP/365/2020, de 22 de abril, por la que se establecen el marco y las directrices de actuación para el tercer trimestre del curso 2019-2020 y el inicio del curso 2020-2021, ante la situación de crisis ocasionada por el COVID-19.

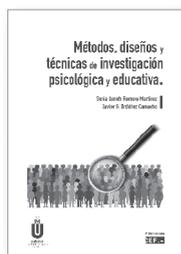
(BOE de 24 de abril de 2020)

Publicaciones de interés

Área de Tecnología, Ciencia y Educación

Métodos, diseños y técnicas de investigación psicológica y educativa

Sonia Janeth Romero Martínez y Xavier G. Ordóñez Camacho



Esta obra presenta una introducción a los principales métodos, diseños y técnicas de investigación en psicología y educación. Se pretende que el lector adquiera los conocimientos básicos para que su investigación se desarrolle con rigor científico y le capacite para seguir los procesos metodológicos que le permitan obtener conclusiones significativas y relevantes.

Este manual está organizado en unidades didácticas que incluyen ejemplos de cada una de las técnicas de análisis trabajadas. Asimismo, el texto se completa con un resumen de conceptos básicos y con un conjunto de actividades de autocomprobación y repaso en los que se busca que el lector conozca y aplique los procedimientos y técnicas metodológicas adecuadas para cada tipo de investigación. El libro incluye los principales diseños de investigación cuantitativa y cualitativa. También incorpora una unidad didáctica sobre la elaboración de informes de investigación para ofrecer así un panorama completo y actualizado de la metodología de investigación en psicología y educación.

La revista *Tecnología, Ciencia y Educación*, de periodicidad cuatrimestral, surge como resultado del esfuerzo conjunto del CEF y la UDIMA en materia de investigación y promoción educativa. Incluye estudios de investigación, artículos de divulgación y académicos, legislación educativa y reseñas de las materias relacionadas con el tema de la publicación: educación, ciencias de la computación, ingeniería industrial, telecomunicaciones, *e-learning*, *e-research*, *e-business*, *e-government*, e-cultura, innovación social, tecnología y discapacidad. Está editada con el objeto de contribuir a la mejora de la sociedad de la información y al avance hacia un mayor bienestar. Está dirigida a profesionales de la educación, investigadores y, en general, a todo aquel con interés en especializarse o actualizar sus conocimientos en estas materias.

Los contenidos de la revista en versión impresa están, asimismo, disponibles en versión electrónica en la página web: www.tecnologia-ciencia-educacion.com.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

1. Los originales enviados a la revista para su publicación se ajustarán a las siguientes normas:
 - a) Se remitirán a través de la plataforma OJS de la revista (www.tecnologia-ciencia-educacion.com) o, en su defecto, se remitirán por correo electrónico dirigido a la siguiente dirección: revistatce@udima.es.
 - b) Los trabajos, que deberán estar escritos en castellano o inglés, se presentarán en formato OpenOffice, Microsoft Word o RTF (tipo de letra Times New Roman, cuerpo 12, interlineado 1,5) y con una extensión máxima de 25 páginas.
 - c) Los estudios deberán encabezarse con el título del trabajo, el autor y sus datos académicos o profesionales. Deberá incluirse un resumen tanto en inglés como en castellano y sus palabras clave correspondientes.
 - d) Dentro del texto del artículo, el autor deberá marcar en negrita aquellas ideas que considere fundamentales para la comprensión final del mismo.
 - e) Si el artículo contiene imágenes, estas deberán ser enviadas aparte y en la mejor resolución posible. Todas las imágenes, gráficos, cuadros y tablas que se incluyan en el texto tendrán que ir acompañados de su fuente correspondiente.
 - f) Si el trabajo incluyera al final referencias bibliográficas, estas deberán ajustarse a las normas APA.
2. Los trabajos serán originales e inéditos.
3. Recibidos los originales, los coordinadores de la revista acusarán recibo de los mismos a los autores y los remitirán, para su evaluación, a expertos externos al equipo editorial.
4. En el proceso de evaluación se tendrán en cuenta, entre otros criterios: originalidad, actualidad e interés, aplicación práctica y utilidad, profundidad e investigación. Del proceso citado resultará su aceptación, rechazo o propuesta de revisión, que será comunicado al autor en un plazo no superior a sesenta días.



La universidad online más cercana

- GRADOS
- MÁSTERES OFICIALES
- DOCTORADO
- TÍTULOS PROPIOS

Formación 100% online orientada a conseguir los mejores resultados

Grado en Magisterio de Educación Infantil

Grado en Magisterio de Educación Primaria

Menciones de Magisterio

- Mención en Lengua Inglesa
- Mención en Pedagogía Terapéutica
- Mención en Audición y Lenguaje
- Mención en Tecnología Educativa
- Mención en Enseñanza de la Religión Católica

Máster en Dirección y Gestión de Centros Educativos

Máster en Tecnología Educativa

Máster en Psicopedagogía

Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria

Máster en Mercado del Arte

Máster en Enseñanza del Español como Lengua Extranjera