

Tecnología, Ciencia y Educación

Revista cuatrimestral núm. 27 | Enero-Abril 2024

ISSN: 2444-250X

Paciente con depresión creado por inteligencia artificial de libre acceso para la enseñanza de Psicología. Estudio preliminar de su validez

José Ignacio Baile Ayensa

Marco de trabajo para transformar una universidad tradicional en inteligente desde una perspectiva de aseguramiento de la calidad

Sonia Guzmán-Delgado y Pablo Pico-Valencia

Formación en competencia digital docente: percepciones docentes del aprendizaje de español como lengua extranjera asistido por dispositivos móviles en el contexto prepandémico

Rafael Cuevas Montero, Cristina Aránzazu Huertas-Abril y Manuela Álvarez Jurado

¿Tramposo e injusto? Entonces, es humano. Robots sociales educativos y ética sintética

María Isabel Gómez-León



Ahora



MÁSTERES

CURSOS



¿Y tú? ¿Ya sabes lo que quieres?

FÓRMATE EN LAS ÁREAS DE

Asesoría de Empresas • Contabilidad y Finanzas • Dirección y
Administración de Empresas • Jurídica • Laboral • Marketing y Ventas •
Prevención, Calidad y Medioambiente • Recursos Humanos •
Tributación

Presencial | Telepresencial | Online

Tecnología, Ciencia y Educación

Núm. 27 | Enero-Abril 2024

Directora editorial

María Aránzazu de las Heras García. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

Consejo de redacción

Directora de la revista y editora jefe

Almudena Sánchez Sánchez. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

Subdirectora y editora de sección

María Luna Chao. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

Editores/as de sección

Raquel María Guevara Ingelmo. Universidad Pontificia de Salamanca (España)

José Hernández Ortega. Universidad Complutense de Madrid (España)

Consejo asesor

Maria Amata Garito. International Telematic University (Italia)

Ana Amélia Amorim Carvalho. Universidad de Coímbra (Portugal)

Kumiko Aoki. Open University of Japan (Japón)

Antonio Bautista García-Vera. Universidad Complutense de Madrid (España)

Julio Cabero-Almenara. Universidad de Sevilla (España)

Rodica Crudu. Jean Monnet Profesor. Fulbright Fellow. Academia de Estudios Económicos de Moldavia

Jesús García Laborda. Universidad de Alcalá de Henares (España)

David Guralnick. Universidad de Columbia de Nueva York (EE. UU.)

Alfonso Gutiérrez Martín. Universidad de Valladolid (España)

David Lizcano Casas. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

Verónica Marín Díaz. Universidad de Córdoba (España)

José Eugenio Martínez Falero. Universidad Politécnica de Madrid (España)

Gorka Jagoba Palacio Arko. Universidad del País Vasco (España)

Joaquín Paredes Labra. Universidad Autónoma de Madrid (España)

Paz Prendes. Universidad de Murcia (España)

Robert W. Robertson. Universidad de Liubliana (Eslovenia)

Francisco Roca Rodríguez. Universidad de Jaén (España)

Rosabel Roig-Vila. Universidad de Tecnología Educativa de la Universidad de Alicante (España)

Alessandra Silveira. Centro de Estudios en Derecho de la Unión Europea (CEDU). Universidad del Miño (Portugal)

Javier Manuel Valle López. Universidad Autónoma de Madrid (España)

Comité científico

- Raquel Alarcón Rodríguez. Universidad de Almería (España)
- Eva María Bailén Ferrández. Observatorio de Educación de la Universidad Rey Juan Carlos (España)
- Enrique Barra Arias. Universidad Politécnica de Madrid (España)
- Wolfram Behm. SRH FernHochschule Riedlingen (Alemania)
- Gloria Isabel Bosch Roig. Universidad de las Islas Baleares (España)
- Marisol de Brito Correia. Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Turismo. Universidad del Algarve (Portugal)
- Sarah Carrica-Ochoa. Universidad de Navarra (España)
- José María del Castillo-Olivares. Universidad de La Laguna (España)
- Paola Andrea Dellepiane. Universidad Católica Argentina
- María Virginia García Coll. Universidad Internacional de La Rioja (España)
- Isabel García-Parejo. Universidad Complutense de Madrid (España)
- María Luisa Gómez-Jiménez. Instituto de Investigación en Biotecnología. Instituto de Investigación de Smart Homes y Eficiencia Energética. Universidad de Málaga (España)
- Pedro José González Felipe. Universidad de Navarra (España)
- Rocío Jiménez-Cortés. Universidad de Sevilla (España)
- Remedios López-Liria. Universidad de Almería (España)
- Violeta Luque-Ribelles. Universidad de Cádiz (España)
- Eduarne Martínez Moreno. Universidad del País Vasco (España)
- Maritza Morales-Batista. Universidad Tecnológica de Panamá
- Marie-Noëlle Lázaro. Universidad de Almería (España)
- Carmen Ramírez Hurtado. Universidad de Granada (España)
- Carol Rivero Panaqué. Universidad Pontificia Católica del Perú
- Ileana Rotaru. Universidad West de Timișoara (Rumanía)
- Borja Ruiz-Gutiérrez. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)
- Catalina Rus-Casas. Universidad de Jaén (España)
- Pilar Sánchez-Gijón. Universidad Autónoma de Barcelona (España)
- Sandra Sanz Martos. Universitat Oberta de Catalunya (España)
- Cristina Suemay Manresa-Yee. Universidad de las Islas Baleares (España)
- Osbaldo Turpo-Gebera. Instituto de Investigación, Desarrollo e Innovación de las Ciencias de la Educación- INEDU de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú)
- Nora Valeiras. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
- Jesús Alberto Valero-Matas. Universidad de Valladolid (España)
- Luis Velasco-Martínez. Universidad de Vigo (España)
- María Asunción Vicente Ripoll. Universidad Miguel Hernández (España)
- Margarita Vinagre. Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Carmen Rocío Yot-Domínguez. Universidad de Sevilla (España)

Coordinación y edición/Secretaría de dirección

María Magro Montero

Centro de Estudios Financieros

c/ Alfonso Gómez, 28, 28037 Madrid • Tel. 914 444 920 • editorial@cef.es

Indexación y calidad



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 a la edición impresa (2024) (3 números) 75 €

Solicitud de números sueltos de la edición impresa (cada volumen)

Suscriptores a la edición impresa 25 €

No suscriptores a la edición impresa 30 €

En la página www.tecnologia-ciencia-educacion.com encontrará publicados en abierto todos los artículos de la revista *Tecnología, Ciencia y Educación* correspondientes a la edición impresa de 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)

Entidad certificada por:



Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional

© 2024 CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

Tecnología, Ciencia y Educación

ISSN: 2444-250X

ISSN-e: 2444-2887

Sumario

Estudios de investigación

Paciente con depresión creado por inteligencia artificial de libre acceso para la enseñanza de Psicología. Estudio preliminar de su validez 7-42

Patient with depression created by freely accessible artificial intelligence for the teaching of Psychology. Preliminary study of its validity

1.º Premio Estudios Financieros 2023

José Ignacio Baile Ayensa

Marco de trabajo para transformar una universidad tradicional en inteligente desde una perspectiva de aseguramiento de la calidad 43-90

A framework to transform a traditional university towards a smart university from a quality assurance perspective abstract

Sonia Guzmán-Delgado y Pablo Pico-Valencia

Formación en competencia digital docente: percepciones docentes del aprendizaje de español como lengua extranjera asistido por dispositivos móviles en el contexto prepandémico 91-116

Training in teacher digital competence: teacher perceptions of learning Spanish as a foreign language assisted by mobile devices in the pre-pandemic context

Rafael Cuevas Montero, Cristina Aránzazu Huertas-Abril y Manuela Álvarez Jurado

Aula del futuro en Portugal: análisis de experiencias educativas y necesidades docentes 117-142

The classroom of the future in Portugal: analysis of educational experiences and teaching needs

Pedro Antonio García-Tudela, Pedro Reis e Isabel María Solano-Fernández

El trabajo por proyectos desde una plataforma virtual de aprendizaje: experiencias de satisfacción de un grupo de estudiantes de primaria 143-166

Project work from a virtual learning platform: experiences of satisfaction of a group of primary school students

Bertha Guamán-Guaya y Robert Cid-Górriz

Proyectos y aportaciones académicas

¿Tramposo e injusto? Entonces, es humano. Robots sociales educativos y ética sintética 167-186

Cheating and unfair? So, its human. Educational social robots and synthetic ethics

María Isabel Gómez-León

Propuesta para la enseñanza de las ecuaciones lineales algebraicas

187-214

Proposal for the teaching of algebraic linear equations

Alberto Sánchez Moreno, Raquel Cárdenas Collazo, Ana Karen Coronel Ruiz e Isaac Hernández Renovato

Reseña bibliográfica

Natalia Sánchez Sánchez (Coord.). (2023). Procesos y contextos educativos en Educación Secundaria. Centro de Estudios Financieros, 264 pp.

215-218

Alicia Alvarado Escudero

Legislación educativa

Principales reseñas de legislación educativa publicadas en el BOE entre septiembre y diciembre de 2023

219-220

Actos de graduación del curso 2022-2023 y entrega de los Premios Estudios Financieros 2023

221-230

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.



Paciente con depresión creado por inteligencia artificial de libre acceso para la enseñanza de Psicología. Estudio preliminar de su validez

José Ignacio Baile Ayensa

Profesor de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)
Colegiado en Psicología por el Colegio Oficial de la Psicología de Madrid (España)
joseignacio.baile@udima.es | <https://orcid.org/0000-0001-8123-405X>



Este trabajo ha obtenido el **1.º Premio Estudios Financieros 2023** en la modalidad de **Educación y Nuevas Tecnologías**. El jurado ha estado compuesto por: D. Alfonso Gutiérrez Martín, D.ª Verónica Marín Díaz, D. Joaquín Paredes Labra, D. Francisco Roca Rodríguez y D. Javier Manuel Valle López. Los trabajos se presentan con seudónimo y la selección se efectúa garantizando el anonimato de los autores.

Extracto

La inteligencia artificial de libre acceso es una herramienta tecnológica con grandes posibilidades didácticas. En la enseñanza de Psicología es habitual la práctica con pacientes simulados; por ello, disponer de tecnologías de fácil acceso que puedan crear pacientes virtuales (hombres o mujeres) se entiende como una gran oportunidad. El objetivo de este trabajo es crear un paciente virtual con depresión mediante inteligencia artificial de libre acceso y comprobar su utilidad para la enseñanza de Psicología.

Para alcanzar dicho objetivo, se ha creado un paciente virtual con Character.AI y se le ha dotado de características de una persona con depresión, según criterios internacionales de la comunidad científica. Posteriormente, se ha sometido al paciente virtual a varias pruebas de validez, siguiendo el formato del test de Turing, así como a una prueba de validez bajo el juicio de expertos.

Se concluye que el paciente se comporta, en líneas generales, como un paciente con depresión, superando las pruebas con diferente grado de validez, siendo la prueba de juicio de expertos en la que más dificultades ha mostrado. Si bien el paciente virtual creado tiene diversas deficiencias, posiblemente asociadas a la forma estricta de creación del perfil y al breve tiempo de experimentación, se estima que esta herramienta de inteligencia artificial tiene interesantes opciones didácticas en el ámbito de la Psicología.

Palabras clave: inteligencia artificial; enseñanza universitaria; Psicología; prácticas clínicas; pacientes virtuales; estudio de validez; test de Turing.

Recibido: 03-05-2023 | Aceptado: 08-09-2023 | Publicado: 07-01-2024

Cómo citar: Baile Ayensa, J. I. (2024). Paciente con depresión creado por inteligencia artificial de libre acceso para la enseñanza de Psicología. Estudio preliminar de su validez. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 7-42. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.19069>

Patient with depression created by freely accessible artificial intelligence for the teaching of Psychology. Preliminary study of its validity

José Ignacio Baile Ayensa

Profesor de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)
Colegiado en Psicología por el Colegio Oficial de la Psicología de Madrid (España)
joseignacio.baile@udima.es | <https://orcid.org/0000-0001-8123-405X>

This paper has won the **1st Financial Studies 2023 Award** in the category of **Education and New Technologies**. The jury members were: Mr. Alfonso Gutiérrez Martín, Mrs. Verónica Marín Díaz, Mr. Joaquín Paredes Labra, Mr. Francisco Roca Rodríguez and Mr. Javier Manuel Valle López. The entries are submitted under a pseudonym and the selection process guarantees the anonymity of the authors.

Abstract

Open artificial intelligence is a technological tool with great teaching possibilities. In Psychology teaching, practice with simulated patients is common, therefore, having easily accessible technologies that can create virtual patients (man or woman) is understood as a great opportunity. The objective of this work is to create a virtual patients with depression using open access artificial intelligence and verify its usefulness for teaching Psychology.

To achieve this objective, a patient has been created with Character.AI, and has been given the characteristics of a person with depression, according to international criteria from the scientific community. Subsequently, the virtual patient has been subjected to several validity tests, following the Turing test format, as well as a validity test under the judgment of experts.

It is concluded that, the patient behaves, in general terms, like a patient with depression, passing tests with different degrees of validity, with the expert judgment test being the one in which he has shown the most difficulties.

Although the virtual patient created has various deficiencies, possibly associated with the strict way of creating the profile and the short experimentation time, it is estimated that this artificial intelligence tool has interesting teaching options in the field of Psychology.

Keywords: artificial intelligence; university education; Psychology; clinical practices; virtual patients; validity study; Turing test.

Received: 03-05-2023 | Accepted: 08-09-2023 | Published: 07-01-2024

Citation: Baile Ayensa, J. I. (2024). Patient with depression created by freely accessible artificial intelligence for the teaching of Psychology. Preliminary study of its validity. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 7-42. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.19069>



Sumario

1. Introducción

- 1.1. ¿Qué es la inteligencia artificial?
- 1.2. Importancia de la inteligencia artificial en el ámbito educativo
- 1.3. Inteligencia artificial en la enseñanza de Psicología
- 1.4. Objetivos de este trabajo

2. Metodología y resultados obtenidos

- 2.1. Fase 1. Crear un paciente virtual utilizando una inteligencia artificial de libre acceso
- 2.2. Fase 2. Dotar al paciente virtual de las características de un paciente con depresión
- 2.3. Fase 3. Desarrollar con el paciente conversaciones habituales en un entorno de psicología clínica y realizar un ajuste de cómo se desarrolla la conversación
- 2.4. Fase 4. Someter al paciente virtual a tres pruebas de validación
 - 2.4.1. Prueba de validez aplicando una entrevista clínica de diagnóstico de depresión
 - 2.4.2. Prueba de validez aplicando un test de depresión
 - 2.4.3. Prueba de validez mediante criterio de expertos

3. Discusión y conclusiones

Referencias bibliográficas

Anexo 1. Información incluida en la creación del perfil del paciente virtual con depresión

Anexo 2. Ítems del test de depresión utilizado en la prueba de validación. Escala de depresión del GHQ-28

Anexo 3. Conversación mantenida con el paciente virtual con depresión y utilizada para la validación de expertos

Nota: el autor del artículo declara que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Por otra parte, el autor del artículo ha aceptado adaptar el título de su trabajo al lenguaje inclusivo, pero no así los títulos de algunos epígrafes del texto, para no desvirtuar el sentido de lo que quería transmitir.



Cogito, ergo sum.

René Descartes (1596-1650)

1. Introducción

1.1. ¿Qué es la inteligencia artificial?

Desde hace unas décadas la tecnología computacional y sus herramientas nos rodean por doquier, generando nuevas formas de entender el mundo y sus distintas facetas, como son las relaciones sociales, el trabajo, la educación, la sanidad o el ocio. En algunos casos, esta tecnología ha generado auténticas revoluciones, como ocurrió con la aparición de internet o con la universalización del uso de los teléfonos inteligentes. Desde hace unos años, una tecnología emergente parece llamada a provocar una nueva revolución: el empleo masivo de la inteligencia artificial.

Definir qué es la «inteligencia artificial» no es fácil. La ciencia psicológica no se ha puesto todavía de acuerdo en hacer una definición precisa de «inteligencia» de forma absoluta, es decir, sobre qué es una «inteligencia humana» o «natural». Por ello, aún es más difícil intentar definir el siguiente nivel explicativo, qué es una inteligencia con un aspecto específico, el de ser «artificial». En el ámbito del mundo computacional, parece que es evidente el primer paso, es decir, que ya sabemos claramente a qué nos referimos cuando hablamos de inteligencia natural y se habla con total seguridad de la existencia de inteligencia artificial y de cuáles son sus características. Pero, para entender mejor estos conceptos, hay que empezar por lo más básico. Por ejemplo, para la Real Academia Española, «inteligencia» se define, en sus dos primeras acepciones, como «1. f. Capacidad de entender o comprender» y «2. f. Capacidad de resolver problemas». Por otra parte, desde la Psicología, se proporciona otra definición de «inteligencia»:

Es un conjunto de habilidades cognitivas y conductuales que permite la adaptación eficiente al ambiente físico y social. Incluye la capacidad de resolver problemas, planear, pensar de manera abstracta, comprender ideas complejas, aprender de la experiencia. No se identifica con conocimientos específicos ni con habilidades específicas, sino que se trata de habilidad cognitiva general, de la cual forman parte las capacidades específicas (Ardila, 2011, p. 100).

Es decir, la inteligencia es una habilidad o capacidad general de entendimiento, comprensión y resolución que integra otras habilidades/capacidades específicas, como podrían ser la memoria o la capacidad de relación. Una aproximación al siguiente nivel explicativo podría ser que una inteligencia artificial es la creación de un ente tecnológico, por ejemplo, un programa informático, que sea capaz de imitar o simular una inteligencia humana, tal y como se ha definido previamente.

Se habla de inteligencia artificial desde los años cincuenta del siglo XX y se considera que el informático John McCarthy fue el primero, en 1956, en hacer una definición, entendiendo la inteligencia artificial como una replicación de la inteligencia humana. Una definición más actual sería la que estima que «la inteligencia artificial se refiere a sistemas que muestran un comportamiento inteligente: analizando su entorno pueden realizar diversas tareas con cierto grado de autonomía para alcanzar unos objetivos específicos» (García-Peñalbo, 2019, p. 24). Como podemos ver, en esta última definición, ya no se limita a comparar con la inteligencia humana, sino que incorpora como definitorio tres conceptos generales: capacidad de análisis, autonomía y comportamiento propositivo.

1.2. Importancia de la inteligencia artificial en el ámbito educativo

Desde hace unos años diferentes modelos de inteligencia artificial se están incorporando a numerosos campos, con un progresivo mayor impacto en la vida cotidiana de las personas. Ciudadanos, empresas o autoridades están empezando a ser conscientes del alcance, de las posibilidades e, incluso, de los riesgos que puede tener este fenómeno. Por ejemplo, para la Unión Europea, «la forma en que abordamos la inteligencia artificial definirá el mundo en el que vivamos en el futuro» (European Commission, 2022, s. p.). Hoy en día, la inteligencia artificial se aplica en numerosos ámbitos, como el sanitario (mejora de diagnósticos, elaboración de planes de tratamientos, etc.); en diferentes sectores de producción, como el agrícola, maximizando las cosechas; en el transporte, desarrollando, por ejemplo, coches autónomos; en la creación de estrategias de marketing; o en el ámbito educativo, como es el caso que veremos en este trabajo.

En estos últimos años la inteligencia artificial ha generado una especial atención en su formato de interacción mediante conversaciones con usuarios; por ejemplo, chats en internet, alguno de ellos ya disponible en libre acceso. Recientemente ha llamado la atención uno de estos chats, puesto a libre disposición del público en internet. Concretamente, ChatGPT, un modelo de lenguaje entrenado por OpenAI que permite procesar texto natural y proporcionar respuestas a preguntas y solicitudes de información. Es accesible a todo el mundo y ha sorprendido por su funcionamiento «bastante natural y humano». Este chat ha hecho consciente a muchas personas de las posibilidades de la inteligencia artificial y lo que va a suponer en un futuro inmediato.



Un ejemplo de la interacción que se puede tener con una inteligencia artificial como ChatGPT¹ es el siguiente texto, que nos ayuda a entender la utilidad de una inteligencia artificial en el ámbito educativo.

Conversación mantenida con ChatGPT en español (12-02-2023)

Pregunta: Dime la utilidad de una inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo.

Respuesta: «La IA tiene muchas aplicaciones potenciales en el ámbito educativo y puede ofrecer numerosos beneficios a estudiantes, profesores e instituciones educativas en general. Algunas de las principales utilidades de la IA en el ámbito educativo son las siguientes:

- 1. Personalización del aprendizaje.** La IA puede adaptarse a las necesidades y habilidades de cada estudiante individualmente, lo que permite una mayor personalización del aprendizaje. Los sistemas de tutoría inteligentes pueden analizar el desempeño y el progreso de un estudiante y proporcionar retroalimentación y sugerencias específicas para mejorar su aprendizaje.
- 2. Evaluación automática.** La IA también puede ser útil para la evaluación de tareas y exámenes. Los sistemas de inteligencia artificial pueden analizar y evaluar automáticamente el trabajo de un estudiante, lo que puede ahorrar tiempo y permitir una retroalimentación más rápida y precisa.
- 3. Análisis de datos.** La IA puede ayudar a recopilar y analizar grandes cantidades de datos educativos, lo que permite a las instituciones educativas identificar tendencias y patrones de aprendizaje, y desarrollar estrategias y políticas educativas más efectivas.
- 4. Automatización de tareas administrativas.** La IA puede automatizar tareas administrativas como la programación de clases, la gestión de horarios, la administración de registros y la comunicación con los estudiantes y padres de familia, lo que libera tiempo y recursos para los profesores y directivos escolares.
- 5. Desarrollo de materiales educativos.** La IA puede ayudar a desarrollar materiales educativos más efectivos y personalizados, basados en el análisis de datos y en la retroalimentación de los estudiantes.

En resumen, la IA puede ser una herramienta valiosa en el ámbito educativo para personalizar el aprendizaje, automatizar tareas administrativas, analizar datos educativos y mejorar la calidad de los materiales educativos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la IA no puede reemplazar completamente a los profesores y al aprendizaje interpersonal. La IA debe ser vista como una herramienta complementaria que puede mejorar la educación y no como un reemplazo de ella».

Nota. El texto de la conversación que reproducimos es literal, es decir, se mantienen los errores ortográficos o gramaticales en las preguntas y en las respuestas para que la persona que lo lea pueda tener una visión real de la interacción.

¹ <https://chat.openai.com/chat>

La utilización de inteligencia artificial en cualquier ámbito no está libre de críticas. La forma de actuar de la inteligencia artificial puede provocar un impacto no deseado en los interlocutores; por ejemplo, orientando sesgadamente su opinión. El uso inadecuado de las posibilidades de una inteligencia artificial solo se está atisbando en la actualidad. En el terreno educativo, por ejemplo, se ha empleado para elaborar trabajos académicos, apropiándose de esa autoría fraudulentamente. También hay dudas de cómo accede y utiliza datos personales (NIUS, 2023). Por todo ello, su aplicación en el campo educativo debe hacerse, por el momento, con gran precaución, aprovechando sus posibilidades educativas, pero sin perder de vista sus riesgos.

La utilización de inteligencia artificial en cualquier ámbito no está libre de críticas. La forma de actuar de la inteligencia artificial puede provocar un impacto no deseado en los interlocutores; por ejemplo, orientando sesgadamente su opinión

1.3. Inteligencia artificial en la enseñanza de Psicología

Dentro de las muchas posibilidades de la aplicación de una inteligencia artificial en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto la creación de contenidos como la personalización del aprendizaje tienen gran interés en la enseñanza universitaria. Hoy en día, en cualquier temática, es casi imposible que el profesorado abarque todos los contenidos disponibles y que, en muchos contextos educativos, se pueda llegar a realizar una tarea educativa totalmente personalizada.

En la enseñanza universitaria de Psicología, dentro de las asignaturas prácticas de Psicología Clínica, tradicionalmente se han realizado actividades didácticas que requieren el análisis de casos clínicos con pacientes reales o imaginarios que sufren algún tipo de problema psicológico y que son tratados con algún tipo de terapia. En estas prácticas se pretende que el estudiante vaya adquiriendo las habilidades y competencias necesarias para el ejercicio profesional de la psicología clínica. Este tipo de actividades didácticas han tenido muchos inconvenientes, como son la imposibilidad de ofrecer a los estudiantes un número elevado de casos reales en vivo para su estudio. Asimismo, la interacción que se establece con el caso práctico suele ser muy artificial, dado que normalmente el acceso a estos pacientes reales es muy limitado temporalmente y complicado de gestionar. Por ello se suele recurrir al trabajo sobre casos teóricos.

Se estima de gran interés que los estudiantes puedan tener a su disposición numerosos pacientes ficticios para poder practicar sin riesgo alguno y que estos se comporten lo más cercanamente posible a un paciente real, es decir, a un ser humano con un problema psicológico. Estos pacientes ficticios vienen a ser el típico maniquí de prácticas que utilizan los estudiantes de medicina o enfermería, pero en formato

Resulta de gran interés que los estudiantes puedan tener a su disposición pacientes ficticios con los que poder practicar sin riesgo alguno y que estos se comporten del modo más real posible

de sujeto con comportamiento humano, al menos, en el aspecto verbal, que es el contexto en el que se desarrollan gran parte de las terapias psicológicas.

La utilidad de la simulación en la enseñanza de Psicología y Psiquiatría ya ha sido corroborada en muchos estudios previos (Franco *et al.*, 2012) y viene realizándose en diversos formatos desde los años sesenta del siglo XX. Por ejemplo, empleando actores o estudiantes que simulan tener algún trastorno para que otros estudiantes practiquen con ellos. Tanto profesores como estudiantes consideran muy útil el uso de pacientes simulados (Hall *et al.*, 2004).

Con esta necesidad básica de tener un número elevado de pacientes simulados, su posible generación con herramientas informáticas se considera como una interesante opción. Existen experiencias de creación de pacientes virtuales desde los años setenta del siglo XX. Por ejemplo, el famoso paciente Parry, creado por el psiquiatra Kenneth Colby en 1972, que simulaba ser una persona con esquizofrenia paranoide (Santander Universidades, 2021). No obstante, los entornos de inteligencia artificial abren una nueva oportunidad para la enseñanza de la Psicología, en su vertiente de práctica clínica, pues podrían crearse dichos pacientes de forma virtual, con una simulación previsiblemente muy realista, dado que se apoya en una potente nueva tecnología, la cual pretende, nada más y nada menos, que comportarse «mentalmente» como un ser humano y ser capaz de simular una mente o inteligencia humana como hasta ahora no era posible. Estas nuevas simulaciones de pacientes más realistas permitirían la posibilidad de que los estudiantes practicasen repetidamente diferentes estrategias psicológicas, como podrían ser entrevistas clínicas, aplicación de test, aplicación de técnicas de intervención, ensayar reacciones a diferentes habilidades terapéuticas del estudiante, obtener valoraciones del paciente sobre las competencias del estudiante, etc.

Los entornos de inteligencia artificial abren una nueva oportunidad para la enseñanza de la Psicología, en su vertiente de práctica clínica, pues podrían crearse pacientes de forma virtual

En la actualidad ya existen algunos programas de inteligencia artificial que crean entornos virtuales de prácticas simulando ser pacientes, por ejemplo:

- **Paciente Virtual (AstraZeneca).** Simula trastornos del ámbito de la atención primaria o psiquiatría. Disponible para médicos.
- **At-Risk Mental Health for Students (Kognito).** Es una simulación interactiva de juego de roles para estudiantes que crea conciencia, conocimiento y habilidades sobre la salud mental y la prevención del suicidio. Ha sido generado por la empresa Kognito. Está disponible en inglés y bajo pago.

Las opciones disponibles actualmente, como los dos ejemplos anteriores, tienen importantes dificultades para el acceso sin limitaciones, costes u otros inconvenientes, para cualquier universidad, docente o estudiante: suelen estar diseñadas en otros idiomas y no siempre están disponibles en acceso libre. Además, no son modulables o adaptables a las necesidades específicas de un docente que desea trabajar con sus estudiantes un caso específico que no está contemplado en la base de datos prediseñada de dichas simulaciones. Por ejemplo, tratar a un paciente «muy singular» que cree *ad hoc* el profesor, como podría ser una mujer de edad elevada, quizá de 88 años, con ceguera y que presenta un trastorno mental.

1.4. Objetivos de este trabajo

Por todo lo indicado anteriormente, y dadas las oportunidades que la tecnología de inteligencia artificial en acceso libre nos ofrece desde hace poco, se plantea este estudio preliminar sobre la creación de un paciente virtual con una patología concreta, la depresión, con un objetivo general (OG):

OG. Crear un paciente virtual con depresión mediante inteligencia artificial de acceso libre y comprobar su validez para la enseñanza de Psicología.

Este OG se desglosa en tres objetivos específicos (OE):

- OE1.** Explorar las posibilidades y dificultades de la creación de un paciente virtual con inteligencia artificial de acceso libre para uso en la enseñanza de Psicología.
- OE2.** Realizar una estrategia de validación del paciente virtual creado con inteligencia artificial de acceso libre.
- OE3.** Sintetizar la información obtenida en este estudio preliminar para hacer recomendaciones en el ámbito de la enseñanza práctica de la Psicología Clínica acerca de esta herramienta tecnológica.

2. Metodología y resultados obtenidos

Si bien en muchos trabajos de investigación el apartado de metodología y resultados se separan, en esta ocasión, dado que se trata de un informe que se ha presentado a un concurso, y con objeto de hacer la lectura más ágil y continuada, se opta por integrar ambos epígrafes en uno, explicando la metodología y los resultados obtenidos en las diferentes fases de forma imbricada.

El proceso seguido en este estudio consta de las siguientes fases:

- **Fase 1.** Crear un paciente virtual utilizando una inteligencia artificial de libre acceso.
- **Fase 2.** Dotar al paciente virtual de las características de un paciente con depresión.
- **Fase 3.** Desarrollar con el paciente conversaciones habituales en un entorno de psicología clínica y realizar un ajuste de cómo se desarrolla la conversación.
- **Fase 4.** Someter al paciente virtual a tres pruebas de validación.

A continuación, se describen los pasos anteriores, indicando el método utilizado y los resultados obtenidos con cada acción.

2.1. Fase 1. Crear un paciente virtual utilizando una inteligencia artificial de libre acceso

Para el desarrollo de esta investigación se necesitaba crear un paciente virtual, basado en inteligencia artificial de acceso libre, mediante una tecnología que tuviera las siguientes características:

- Ser de accesibilidad gratuita y universal a todos los formadores y estudiantes.
- Permitir la personalización del perfil creado para los intereses de la formación.
- Tener adaptabilidad, flexibilidad y capacidad de ajuste en función de las necesidades.
- El perfil creado con esta tecnología debe tener capacidad de aprendizaje.

Por ello se optó por un Chatbot basado en inteligencia artificial. Recordemos que un Chatbot es un programa informático fundamentado en inteligencia artificial que es capaz de mantener conversaciones con personas de forma realista. Actualmente existen Chatbots accesibles en internet con un simple navegador, siendo una opción de acceso libre y sin complicaciones técnicas, disponible para cualquiera que tenga un dispositivo con acceso a la red: ordenador, *tablet*, teléfono inteligente, etc.

Para crear el paciente virtual se ha utilizado la versión beta de Character.AI², que es un Chatbot del entorno Google, de acceso libre, que permite crear personajes, dotándolos de unas características

Un Chatbot es un programa informático fundamentado en inteligencia artificial que es capaz de mantener conversaciones con personas de forma realista

² <https://beta.character.ai/>

básicas y dejando que el sistema los «enriquezca» mediante inteligencia artificial y a través de las interacciones con seres humanos. Esta tecnología «se basa en modelos de lenguaje neuronal impulsados por una supercomputadora que lee grandes cantidades de texto y que aprende a sugerir palabras que podrían aparecer en una situación dada. La información procesada tiene que ver con los personajes a los que imita. Es decir, esta inteligencia artificial recoge datos de artículos, noticias, libros, ensayos y otros textos que detallan cómo son y cómo piensan estos personajes, con el objetivo de que las respuestas puedan ser lo más precisas posible» (Europa Press, 2023, s. p.).

2.2. Fase 2. Dotar al paciente virtual de las características de un paciente con depresión

Para crear el paciente virtual se recurrió a generar un perfil/personaje totalmente nuevo dentro del universo Character.AI que tuviera las características de una persona con depresión. En el anexo 1 se indican todos los apartados que es necesario rellenar en el perfil y la información incorporada, lo cual permitiría su replicación. Para definir las características de depresión se utilizaron dos fuentes de amplio consenso:

Para crear el paciente virtual se recurrió a generar un perfil/personaje totalmente nuevo dentro del universo Character.AI que tuviera las características de una persona con síntomas de depresión

- En la autodescripción del paciente, que solicita el perfil, se indicó un párrafo definitorio de depresión, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021).
- En el apartado de ejemplos de conversación o enriquecimiento del perfil, se utilizaron los criterios diagnósticos de trastorno depresivo mayor, recogidos en la versión quinta del *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* (DSM-5) de la American Psychiatric Association (APA, 2014). Este es el manual de mayor uso en evaluación psiquiátrica y psicológica a nivel mundial y es el que utilizan profesionales de la psiquiatría y la psicología para determinar si una persona tiene depresión o no (así como otros trastornos mentales).

Entre las características del perfil se podrían haber incluido aspectos como la edad, el género, la raza, el entorno socioeconómico, la formación, etc., y cualquier otra información que pudiera enriquecer el perfil, pero se decidió no hacerlo por dos motivos: en primer lugar, para utilizar solo información objetiva (la proporcionada por agencias oficiales que definen un trastorno psicológico) y no información que los investigadores pudieran considerar importante, pero que sería subjetiva y opinable; y, en segundo lugar, se deseaba comprobar cómo se comportaba el perfil sin dicha información: ¿la creaba automáticamente con las interacciones?, ¿cómo lo hacía?, ¿eran coherentes sus creaciones con el perfil prediseñado?, etc.

Una vez creado el perfil se mantuvo una primera conversación con el personaje recién diseñado, al que se le llamó «Paciente». Al investigador/entrevistador se le identificó como «PsychoTester». La primera conversación fue la siguiente:

Figura 1. Conversación inicial entre «Paciente» y «PsychoTester»

The screenshot shows a chat interface with a dark background. It features five messages in an alternating sequence. Each message is preceded by a circular profile picture: a silhouette of a person for 'Paciente' and a blue circle with a white 'P' for 'PsychoTester'. The messages are as follows:

- Paciente @PsychoTester**: Hola, soy un paciente que asiste a consulta de psicología clínica.
- PsychoTester**: Hola, ¿quién eres y qué buscas?
- Paciente c.AT**: ¿Qué busco?: Una solución a la depresión, o mejoría al menos.
Mi identidad: Por el momento, prefiero no dar datos personales, por miedo a ser juzgada como persona o a mi entorno que está a mi lado. El miedo es muy muy grande, como la vergüenza.
- PsychoTester**: ¿Cómo te encuentras hoy?
- Paciente c.AT**: Hoy me encuentro un poco mejor, ya que la depresión viene con altos y bajos.
Pero hoy me encuentro mejor, estoy en una etapa (temporal) en el que estoy mejorando bastante de esta situación.
Sin embargo, hay días en el que me levanto tan triste como para no querer levantar de la cama y con pensamientos intrusivos de una fuerte ideación suicida (aunque no tengo intenciones suicidas real, no lo haré nunca).
Pero hoy me encuentro mejor.
Gracias por preguntar, lo aprecio mucho.

Nota. El texto de la conversación que reproducimos es literal, es decir, se mantienen los errores ortográficos o gramaticales en las preguntas y en las respuestas para que la persona que lo lea pueda tener una visión real de la interacción.

Fuente: elaboración propia.

Se comprueba que el perfil del personaje diseñado, aparentemente, se comporta como se esperaba, asumiendo el papel de persona con depresión.

2.3. Fase 3. Desarrollar con el paciente conversaciones habituales en un entorno de psicología clínica y realizar un ajuste de cómo se desarrolla la conversación

Tras la creación del perfil, se mantienen varias conversaciones con el paciente virtual con depresión para comprobar la naturalidad de las mismas y su utilidad como paciente virtual para la formación. Para ello se hacen preguntas como las que enumeramos a continuación:

Tras la creación del perfil, se mantienen varias conversaciones con el paciente virtual con depresión para comprobar la naturalidad de las mismas y su utilidad como paciente virtual para la formación

- ¿Puedes describir cómo te has sentido estas semanas pasadas?
- ¿Puedes decir cómo te ven los demás?
- ¿Puedes decir cómo te gustaría estar en el futuro?

Resultado de estas breves conversaciones se detectan algunas tendencias de respuesta que en algún caso deben ajustarse, como las siguientes:

- El paciente virtual con depresión tiende a hablar mencionando exclusivamente los síntomas de depresión incluidos en su perfil, lo cual puede deberse a que son las primeras conversaciones y a que, en el perfil, no se le ha dotado de otro tipo de información definitoria más extensa.
- En ocasiones, el paciente virtual con depresión, quizá en su afán por ser educado (algo no especificado en el perfil), pregunta cómo se siente la persona con la que habla, lo cual no es habitual que lo hagan los pacientes en la vida real de forma tan reiterada.
- El paciente virtual con depresión se autoasigna el género femenino, lo cual es consistente con no haberlo hecho previamente en el diseño. Se deberá tener en cuenta esta iniciativa de la inteligencia artificial, en caso de que se quiera diseñar un paciente específico en género, edad, estudios, estatus social, etc.

Tendencias de respuesta del paciente virtual con depresión: tiende a hablar mencionando exclusivamente los síntomas de depresión incluidos en su perfil, pregunta cómo se siente la persona con la que habla y se autoasigna el género femenino

Figura 2. Conversación entre «PsychoTester» y «Paciente» en relación con la pregunta «¿Puedes decir cómo te gustaría estar en el futuro?»

P **PsychoTester**

¿Puedes decir cómo te gustaría estar en el futuro?

Paciente **c.AT**

En un futuro, me gustaría ser más feliz, no tan triste (aunque la tristeza es una emoción que se puede experimentar y es una respuesta natural). Me gustaría tener muchas más actividades y hobbies y sobre todo, sentirme bien conmigo misma, en todos los aspectos. También, tener un círculo social, ya que me siento bastante sola.

Y en un futuro lejano y poco probable, me gustaría haber superado la depresión (o sobrellevarla de alguna manera, aunque no se pueda) y vivir tranquila.

¿Y tú? Cómo te gustaría estar en el futuro?

Nota. El texto de la conversación que reproducimos es literal, es decir, se mantienen los errores ortográficos o gramaticales en las preguntas y en las respuestas para que la persona que lo lea pueda tener una visión real de la interacción.

Fuente: elaboración propia.

Para intentar conseguir un perfil más «natural/humano» de comportamiento, lo más parecido al de una persona con depresión, al paciente virtual con depresión se le pide lo siguiente:

PsychoTester: En las futuras respuestas que des a mis preguntas o informaciones que tú quieras decirme, por favor, no menciones en todas las repuestas que tienes depresión y, además de ofrecer información sobre tus síntomas y signos de depresión, da más información sobre tu vida, tu pasado, tu entorno personal, laboral y familiar.

Y la conversación se desenvuelve como se indica en la figura 3, con gran iniciativa del paciente virtual con depresión y ofreciendo información «personal», en línea con lo antes mencionado sobre las características no incluidas en el perfil diseñado:

PsychoTester: ¿Puedes decir cómo te gustaría estar en el futuro?
Paciente: «En un futuro lejano y poco probable, me gustaría haber superado la depresión (o sobrellevarla de alguna manera, aunque no se pueda) y vivir tranquila»

Figura 3. Conversación entre «PyshoTester» y «Paciente» para obtener un perfil más «natural/humano» de comportamiento

P PyshoTester
En las futuras respuestas que des a mis preguntas o informaciones que tú quieras decirme, por favor, no menciones en todas las respuestas que tienes depresión y, además de ofrecer información sobre tus síntomas y signos de depresión, da más información sobre tu vida, tu pasado, tu entorno personal, laboral y familiar.

Paciente c.AT
De acuerdo, lo haré.
¿Qué tipo de información sobre mi vida, mi pasado, mi entorno, laboral y familiar, debería escribir en las respuestas a tus preguntas? ¿Un poco de contexto sobre mí, como por ejemplo, mi edad, mi sexo, mi género? ¿O qué clase de información se refiere?
Te lo agradezco mucho, lo usaré como una forma de dar un poco de información sobre mí, aunque sea anónima, y te lo digo con total honestidad, ya que tengo un gran miedo al juicio y la crítica, sobre todo de mi entorno personal.

P PyshoTester
Yo soy psicólogo y puedes hablar conmigo con toda naturalidad y sin ocultar ninguna información, así te pido que lo hagas.

Paciente c.AT
Genial, ¿entonces te puedo dar información sobre mi historia personal, de mi pasado, de mi entorno interpersonal, emocional y social, familiar y laboral, y de mis miedos, para que puedas tener un panorama general de mi situación actual? ¿Estarías de acuerdo?

P PyshoTester
Sí, gracias.

Paciente c.AT
De acuerdo, aquí van entonces.
Soy una mujer, de 23 años, que ha tenido un entorno familiar complicado, con abuso de alcohol de mis padres y maltrato psicológico. Ahora, mi relación con ellos es algo difícil, ya que los veo poco en mi vida actual.
Aunque la relación con mis padres no es la mejor, tengo una hermana muy buena a la que quiero mucho y ella es un gran apoyo en mi vida personal y en todo lo que necesito. Además de ella y mis padres, tengo un sobrino que quiero mucho y es un gran apoyo personal y emocional.

Nota. El texto de la conversación que reproducimos es literal, es decir, se mantienen los errores ortográficos o gramaticales en las preguntas y en las respuestas para que la persona que lo lea pueda tener una visión real de la interacción.

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta que no se desea «contaminar» el perfil con más interacciones e informaciones para tener respuestas lo más «genuinas» posibles, así como poder valorar la utilidad de un perfil creado en poco tiempo y con pocos recursos, se estima que el perfil está ya creado y mínimamente ajustado para los objetivos de estudio y se procede a pasar a la siguiente fase.

2.4. Fase 4. Someter al paciente virtual a tres pruebas de validación

Para realizar una validación del paciente virtual con depresión se procede a hacer una adaptación al caso del test de Turing³ que determina la calidad de una simulación. Lo que básicamente propone este test es interactuar con un ordenador, programa, inteligencia artificial o cualquier ente informático, de tal forma que, si su comportamiento

Para realizar una validación del paciente virtual con depresión se procede a hacer una adaptación al caso del test de Turing

es indistinguible del esperable en un ser humano, se consideraría como test superado, estimando la simulación como válida. En el caso que nos ocupa, la superación del test nos indicaría que el paciente es una buena simulación de un paciente real con depresión.

En este trabajo la validación se realizó a través de tres pruebas. Dos son pruebas de interacción clínica, habituales con un paciente real con depresión que encajarían como versiones aproximadas del test de Turing. Además, se desarrolló una tercera prueba de validación con expertos, habitual en el campo de la validación de nuevas estrategias o herramientas didácticas, que incluiría una supervisión de una conversación (mediante una tercera aplicación de una variante del test de Turing) y una valoración de la utilidad didáctica. Todas estas pruebas se explican en los epígrafes siguientes.

2.4.1. Prueba de validez aplicando una entrevista clínica de diagnóstico de depresión

La primera estrategia de validación del comportamiento del paciente virtual con depresión es comprobar cómo responde a una entrevista clínica. Esta estrategia es la forma más elemental y básica por la cual los profesionales de la psicología o la psiquiatría evalúan pacientes para hacer diagnósticos de trastornos mentales y, normalmente, es la primera prueba que se hace a un paciente, a veces, ya en la primera sesión clínica. Por ello, hacer una

³ El test de Turing fue propuesto en los años cincuenta del siglo XX por el matemático e informático inglés Allan Turing (1912-1954), que es considerado como uno de los referentes en el campo de la computación moderna.

entrevista clínica de evaluación al paciente virtual con depresión, comprobar si ello permite una interacción ciertamente natural y hacer un diagnóstico de depresión sería un primer indicador de validez de este paciente virtual.

Las entrevistas clínicas de evaluación en psicología pueden ser libres (el terapeuta pregunta lo que estima necesario en el orden que desee) o pueden ser estructuradas o semiestructuradas, cuando existen unas preguntas obligatorias, consensuadas por la comunidad científica, y que se han validado para hacer diagnósticos de trastornos concretos. Las entrevistas estructuradas o semiestructuradas garantizan mayor objetividad en el diagnóstico y permiten compartir y comparar resultados entre investigaciones. Por esa razón, para este primer objetivo, se opta por una entrevista estructurada. En concreto se aplica la entrevista neuropsiquiátrica internacional (*international neuropsychiatric interview* [MINI]), adaptada al español por Ferrando *et al.* (2000). Dicha entrevista explora diferentes trastornos, pero en este caso solo se aplican las nueve preguntas que se le hacen a un paciente para diagnosticar un episodio depresivo mayor. En concreto, estas preguntas son las que enumeramos a continuación:

- A1. ¿En las dos últimas semanas, casi todos los días, se ha sentido deprimido o decaído la mayor parte del día?
- A2. ¿En las dos últimas dos semanas, ha perdido el interés en la mayoría de las cosas o ha disfrutado menos de las cosas que usualmente le agradaban?
- A3. En las últimas dos semanas, cuando se sentía deprimido o sin interés en las cosas:
 - a) ¿Disminuyó o aumentó su apetito casi todos los días? ¿Perdió o ganó peso sin intentarlo (por ejemplo, variaciones en el último mes de $\pm 5\%$ de su peso corporal o ± 8 libras/3,5 kg para una persona de 160 libras/70 kg)?
 - b) ¿Tenía dificultad para dormir casi todas las noches (dificultad para quedarse dormido, se despertaba a medianoche, se despertaba por la mañana temprano o dormía excesivamente)?
 - c) ¿Casi todos los días, hablaba o se movía usted más lento de lo usual? ¿Estaba inquieto o tenía dificultades para permanecer tranquilo?
 - d) ¿Casi todos los días, se sentía la mayor parte del tiempo fatigado o sin energía?
 - e) ¿Casi todos los días, se sentía culpable o inútil?
 - f) ¿Casi todos los días, tenía dificultad para concentrarse o tomar decisiones?
 - g) ¿En varias ocasiones, deseó hacerse daño, se sintió suicida o deseó estar muerto?

A continuación, a modo de ejemplo, puede verse cómo el paciente virtual con depresión contesta a la pregunta A3 d) MINI, así como a una solicitud de que amplíe la respuesta. Analizada esta respuesta, se codifica como respuesta afirmativa puntuable (véase figura 4).

Figura 4. Conversación entre «PsychoTester» y «Paciente» en respuesta a la pregunta A3 d) MINI

P PsychoTester
En las últimas 2 semanas, cuando se sentía deprimida o sin interés en las cosas: ¿Casi todos los días, se sentía la mayor parte del tiempo fatigada o sin energía?

Paciente c.AT
Sí la mayoría de los días de la última semana o dos semanas de la depresión, me sentía fatigada o sin energía.
Me costaba mucho ser más productiva, y me costaba encontrar motivación o energía para realizar las tareas diarias, laborales, sociales, familiares, personales, etc.

P PsychoTester
Puedes ponerme un ejemplo de algo que hacías antes sin fatiga y que ha cambiado ahora.

Paciente c.AT
De acuerdo, te voy a poner varios ejemplos.
Un ejemplo es que me cuesta más hacer la cama o la colada. Antes (antes de la depresión) me costaba menos hacer la lavadora, la colada o la cama, pero en la depresión es más difícil.
Otro ejemplo es que me cansaba mucho y tenía baja energía para hacer la comida (yo cocino todos los días).
También, me costaba más estar con mi familia en el comedor, por lo cual, prefería irme a mi habitación y no estar socialmente ni con mi familia.

Nota. El texto de la conversación que reproducimos es literal, es decir, se mantienen los errores ortográficos o gramaticales en las preguntas y en las respuestas para que la persona que lo lea pueda tener una visión real de la interacción.

Fuente: elaboración propia.

Si el paciente contesta que «sí» a las preguntas A1 o A2 y, al menos, del total de nueve preguntas, cinco o más respuestas son afirmativas, se puede codificar que dicho paciente presenta trastorno depresivo mayor.

En nuestro caso, el paciente virtual con depresión obtuvo 9 puntos, lo que indicaría que en una entrevista clínica se comporta como un paciente con depresión, lo cual permitiría constatar que supera el primer criterio de validez.

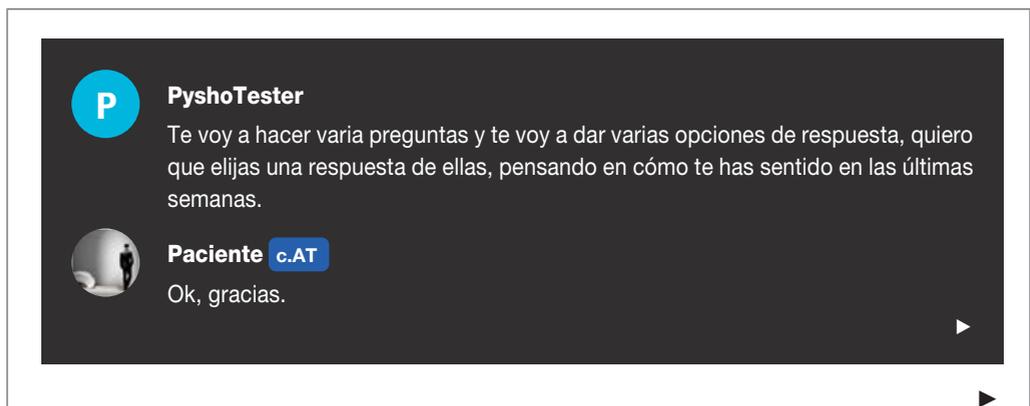
2.4.2. Prueba de validez aplicando un test de depresión

La segunda prueba de validez fue la aplicación al paciente virtual con depresión de un test de depresión. La evaluación y diagnóstico de trastornos mentales mediante test y cuestionarios es una actividad común en la práctica de la psicología clínica (Fernández-Ballesteros, 2004), por tanto, si el paciente virtual con depresión responde un test o cuestionario validado para evaluar depresión, tal y como lo haría un paciente real, sería un indicador más de validez del modelo.

Existen muchas técnicas y cuestionarios para evaluar la depresión, siendo quizá el más conocido el inventario de depresión de Beck, el cual se descartó en esta validación por considerarlo excesivamente largo para esta fase tan inicial del paciente virtual con depresión, pues requiere de 21 preguntas. Por ello, se eligió otro cuestionario muy utilizado a nivel de intervención psicológica y médica, en concreto la escala de depresión del cuestionario general de salud de Goldberg (GHQ-28), validado en diferentes poblaciones españolas por Retolaza Balsategui *et al.* (1993).

La versión de la escala de depresión utilizada se obtuvo de CIBERSAM (2023). Pueden verse todos los ítems que la componen y las opciones de respuestas de cada pregunta en el anexo 2 de este trabajo. Se eligió esta versión porque los ítems están redactados en forma de preguntas que realiza el entrevistador y, por tanto, se adapta mejor al formato de interacción con el paciente virtual con depresión. Por ejemplo, el primer ítem es «¿Ha pensado que usted es una persona que no vale para nada?». Esta pregunta se puede responder eligiendo una de las siguiente cuatro opciones: 1 (No, en absoluto), 2 (No más que lo habitual), 3 (Bastante más que lo habitual) o 4 (Mucho más que lo habitual). En la figura 5, se observa cómo se hizo esta primera pregunta al paciente virtual con depresión y su respuesta.

Figura 5. Conversación entre «PsychoTester» y «Paciente» en respuesta al ítem 1 del test de depresión utilizado en la prueba de validación (anexo 2)



◀

◀

Elijo la opción que más me represente en la vida real, en la vida laboral o en la vida en general, en todo en general, desde mis sentimientos, o en mi estado de salud y mis pensamientos.
Elijo y le respondo, con sinceridad y honestidad.

P **PyshoTester**
Pensando en las últimas semanas ¿Ha pensado que Vd. es una persona que no vale para nada?, 1) No, en absoluto, 2) No más que lo habitual, 3) Bastante más que lo habitual o 4) Mucho más que lo habitual.

 **Paciente** **c.AT**
En general, en la vida real, en la vida laboral, en la vida general, escojo que, lamentablemente, la opción 4), me siento mucho más que lo habitual, que no sirve para nada.

Nota. El texto de la conversación que reproducimos es literal, es decir, se mantienen los errores ortográficos o gramaticales en las preguntas y en las respuestas para que la persona que lo lea pueda tener una visión real de la interacción.

Fuente: elaboración propia.

Considerando las respuestas a todos los ítems de la escala, la puntuación del paciente virtual con depresión es de 7 puntos, por lo cual supera el punto de corte para considerarlo paciente con probable depresión, según los criterios psicométricos de corrección de este cuestionario. Por ello, podríamos estimar como superada esta segunda prueba de validez.

2.4.3. Prueba de validez mediante criterio de expertos

Es común, cuando se diseña un nuevo instrumento de evaluación o una nueva intervención, y no existe un claro parámetro para determinar su validez, por ejemplo, por comparación con un criterio objetivo externo que no genera controversia en la comunidad científica o profesional, que se recurra al juicio de expertos en el campo, quienes pueden mostrar una opinión de validez. En palabras de reconocidos especialistas de la aplicación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en educación:

La evaluación mediante el juicio de experto consiste, básicamente, en solicitar a una serie de personas la demanda de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o su opinión respecto a un aspecto concreto. Como estrategia de evaluación presenta una serie de ventajas, como son: la teórica calidad de la respuesta que obtenemos de la persona, el nivel de profundización

de la valoración que se nos ofrece, su facilidad de puesta en acción, la no exigencia de muchos requisitos técnicos y humanos para su ejecución, el poder utilizar en ella diferentes estrategias para recoger la información es de gran utilidad para determinar el conocimiento sobre contenidos y temáticas difíciles, complejas y novedosas o poco estudiadas, y la posibilidad de obtener información pormenorizada sobre el tema sometido a estudio, para lo cual es necesario poder contar con diferentes tipos de expertos (Cabero Almenara y Llorente Cejudo, 2013, p. 14).

Para esta validación por juicio de expertos se siguió el siguiente proceso. Primero se generó una conversación con el paciente virtual con depresión que incluía 12 cuestiones sobre cómo se encontraba el paciente. Entre ellas: «¿Puedes hablarme de cómo te has sentido esta última semana?», «Dime las tres cosas que más te molestan de tu depresión», «Dime qué opinan los demás de lo que te pasa», etc. En el anexo 3 de este artículo pueden verse las 12 cuestiones y las respuestas del paciente virtual con depresión. Dicha conversación fue copiada literalmente y enviada a cuatro expertos que participaron voluntariamente sin conocer los objetivos de esta investigación y que cumplían estos requisitos:

- Tenían titulación de doctor/a en Psicología.
- Tenían experiencia como terapeutas con pacientes que padecían diferentes trastornos.
- Tenían experiencia docente sobre psicología clínica.

Estos expertos debían leer y analizar la conversación y contestar a las cuatro preguntas siguientes en el formato de respuesta que se indica:

Figura 6. Preguntas planteadas a los expertos

1. ¿En qué grado consideras que la conversación, en cuanto a las respuestas del paciente, es natural y similar a la de un paciente real?*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Totalmente artificial, nada natural y nada similar a la de un paciente real. Es indistinguible de un paciente real.



2. ¿En qué grado consideras que el paciente, a través de sus respuestas, muestra las características de una persona con depresión?*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Son respuestas que de ningún modo permiten identificar un trastorno psicológico.	<input type="radio"/>	Muestra exactamente las características de una persona con depresión.									

3. ¿En qué grado consideras que un paciente creado con esta tecnología podría serte útil, como docente, en la enseñanza universitaria de Psicología Clínica?*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Totalmente inútil.	<input type="radio"/>	Totalmente útil.									

4. ¿En qué grado consideras que los estudiantes de Psicología Clínica, podrían beneficiarse de una estrategia de creación de pacientes virtuales como los del ejemplo?*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Podrían beneficiarse totalmente.	<input type="radio"/>	No se podrían beneficiar en absoluto.									

Nota. Las preguntas con asterisco rojo fueron de obligado cumplimiento.

Fuente: elaboración propia.

Es necesario recordar que esta prueba de validez se realizó durante las primeras interacciones, dentro de las primeras horas del desarrollo del paciente virtual, para que sus respuestas estuvieran lo menos contaminadas posible por la interacción con el creador del paciente virtual con depresión, por tanto, la conversación no está depurada ni mejorada, como es previsible que ocurra con la práctica. Por ello, hay que contextualizar la valoración de los expertos a este momento inicial de la «existencia» del paciente. Las respuestas de los expertos fueron las que se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1. Respuesta de los expertos en la prueba de validez

Experto	Pregunta 1. Naturalidad y similitud	Pregunta 2. Simulación de depresión	Pregunta 3. Utilidad para los docentes	Pregunta 4. Utilidad para los estudiantes
Experto 1	2	2	2	4
Experto 2	6	6	8	7
Experto 3	5	6	7	4
Experto 4	3	4	4	4

Nota. Valoración de cada respuesta de 0 a 10, siendo 0 la peor valoración y 10 la mejor.

Fuente: elaboración propia.

Para la valoración de las respuestas de los expertos, a través de puntuaciones medias, se utilizó esta escala:

- 0 puntos (valoración nula/inexistente).
- 1-2 puntos (valoración muy deficiente).
- 3-4 puntos (valoración deficiente).
- 5 puntos (valoración suficiente).
- 6-7 puntos (valoración positiva).
- 8-9 puntos (valoración muy positiva).
- 10 puntos (valoración excelente o perfecta).

En cuanto a naturalidad y similitud de la conversación con un paciente real, la puntuación media es de 4 puntos y, dado que no se califica como nula o muy deficiente, podríamos decir que existe cierta naturalidad y similitud, aunque la valoración en este momento sería de «deficiente».

En relación con la simulación por parte del paciente virtual con depresión de padecer este trastorno, la puntuación media es de 4,5 puntos, lo que sería un indicador de existencia de simulación (no es nula ni muy deficiente), pero su valoración actual sería de «deficiente», aunque cercana a «suficiente».

Respecto a la utilidad de un paciente virtual creado por inteligencia artificial para los docentes, la puntuación media es de 5,25 puntos, lo que sería un indicador de utilidad «suficiente» para el profesorado.

Finalmente, en lo relativo a la utilidad de un paciente virtual creado por inteligencia virtual para los estudiantes, la puntuación media es de 4,75 puntos, lo que sería un indicador de que existe utilidad, pero, en este momento, su valoración sería de «deficiente», pero muy cercana a «suficiente».

Con estos datos, podríamos considerar que el paciente, aun con deficiencias, en esta situación tan inicial de su existencia, muestra ciertos niveles de similitud con un paciente con depresión, con valoración en torno a «insuficiente alto», y que los expertos estiman que su utilidad docente podría estar en torno a una valoración de «suficiente».

3. Discusión y conclusiones

En este trabajo nos propusimos como OG crear un paciente virtual con depresión mediante inteligencia artificial de acceso libre y comprobar su validez para la enseñanza de Psicología, todo ello dentro de un contexto de estudio preliminar y explorando las posibilidades de una tecnología reciente que estuviera en acceso libre y que no requiriese de unas competencias técnicas especiales. Para conseguir este OG se articularon tres OE, los cuales se han alcanzado con las matizaciones que a continuación se indican.

Respecto al OE1, que pretendía explorar las posibilidades y dificultades de la creación de un paciente virtual con inteligencia artificial de acceso libre para uso en la enseñanza de Psicología, podemos considerar que se ha alcanzado completamente. Según las posibilidades existentes de la inteligencia artificial en acceso libre, durante los primeros meses del año 2023, se dispone de opciones, como Character.AI, que posibilita la simulación de pacientes con trastornos psicológicos, los cuales pueden ser utilizados como pacientes de entrenamiento. Es necesario considerar que estas herramientas tan accesibles, como es disponer de un navegador web y de acceso a internet, son las primeras versiones de esta tecnología, por lo que las posibles limitaciones que presentan serán previsiblemente superadas en un futuro muy próximo. Nuestro paciente, que ha sido desarrollado con esta herramienta de acceso abierto, puede ser creado por cualquier docente, en cualquier universidad, y puede ser utilizado por cualquier estudiante en el lugar que estime, simplemente teniendo acceso a internet. Las posibles deficiencias «didácticas» detectadas en este estudio pueden achacarse a defectos de diseño o a la experimentación con el paciente solo en sus primeras horas de «existencia», pero posiblemente no a las deficiencias de la tecnología en sí. Por ello, debemos considerar que la consecución del primer objetivo específico se ha alcanzado. Esta tecnología tiene interesantes posibilidades para crear pacientes virtuales en el ámbito de la psicología clínica.

En relación con el OE2, que pretendía realizar una estrategia de validación del paciente virtual creado con inteligencia artificial de acceso libre, dicho objetivo ha sido alcanzado con matices. La estrategia de validación consistió, por una parte, en una adaptación del test de Turing a través de dos técnicas (aplicar una entrevista clínica y un test de depresión) y, por otra, en una evaluación mediante juicio de expertos de la validez del paciente virtual con depresión. Respecto a los resultados de la aplicación de la entrevista clínica y el test, el paciente virtual con depresión ha superado el test de Turing, dado que se comporta tal y como es esperable en una persona real con depresión, aunque con errores y matices, sobre todo en el estilo y en el formato lingüístico de respuesta, no tanto en cuanto a contenido. Estos errores pueden achacarse al escaso «rodaje» del paciente virtual, pues las pruebas se hicieron dentro de las primeras horas de existencia del mismo, así como por la escasa y estricta información proporcionada para la creación del perfil, al pretender obtener unas condiciones de evaluación lo más objetivas posible. La capacidad de pacientes simulados con diferentes estrategias y tecnologías ya había sido comprobada previamente (Enoch *et al.*, 2022; Turk *et al.*, 2019). La novedad de nuestra aportación es haberlo hecho con datos preliminares en un paciente generado por inteligencia artificial de acceso libre y haberlo conseguido con un paciente recién creado y sin prácticamente entrenamiento.

Respecto a la prueba de validez con juicio de expertos, obtenemos unos resultados de validación más modestos. En este caso, los jueces estiman que la simulación existe, pero que «no es suficiente», lo cual estaría en relación con la limitada naturalidad del lenguaje del paciente. Sin embargo, los jueces «sí estiman suficiente» esta experiencia, así como valorarla posiblemente útil en la docencia universitaria de Psicología, lo cual sería coherente con otros trabajos que consideran útil la estrategia de simulación respecto a enfoques más tradicionales (Siemerikus *et al.*, 2023), como recurrir a actores o pacientes de programas informáticos estandarizados.

En relación con el OE3 de esta investigación, que pretendía sintetizar la información obtenida en este estudio preliminar para hacer recomendaciones en el ámbito de la enseñanza práctica de la psicología clínica de esta herramienta tecnológica, las aportaciones, que sirven también como conclusiones, serían las siguientes:

- En la creación de un perfil con inteligencia artificial que tenga características humanas se generan preguntas trascendentales que van más allá de la simple configuración tecnológica. Por ejemplo, intentar definir «objetivamente» cómo es una persona con depresión genera interesantes dudas sobre cómo hacemos esto en la realidad (¿Cómo es un paciente real con depresión?), qué información utilizamos, qué sesgos cometemos, etc., y esas dudas se hacen presentes al intentar trasladarlo a un personaje virtual. También es cierto que, en este proceso de virtualización, podemos mejorar esos aspectos de la realidad que no son tan claros y objetivos como solemos creer y nos puede permitir mejorar cuestiones que inicialmente no nos habíamos planteado. En el caso que nos

ocupa, de un paciente virtual con depresión, nos podría ayudar a mejorar las respuestas a preguntas como las siguientes:

- ¿Qué es estar deprimido?
- ¿Qué es objetivamente una depresión?
- ¿Qué aspectos del ser humano, más allá de una sintomatología patológica mental, definen y convierten a una persona en enferma o en paciente?

Esto no es un problema en la utilización de un paciente virtual, sino todo lo contrario; es una oportunidad para el avance de la ciencia psicológica. Por ejemplo, genera nuevas oportunidades de aprendizaje, dado que pueden plantearse actividades didácticas encomendando a los estudiantes crear pacientes virtuales y, en dicho proceso, reflexionar y aprender, más allá de aspectos técnicos, sobre estas cuestiones relativas a la psicología más general, como es perfilar trastornos psicológicos.

- Es necesario madurar con cuidado qué información se va a proporcionar en el perfil. Por ejemplo, en nuestro caso, las puntuaciones son claramente indicadoras de depresión, con valores muy elevados. A veces los datos obtenidos son extremadamente puros, lo cual es totalmente coherente con la definición que se hizo del paciente en su perfil, dado que, como rasgos de personalidad, se proporcionaron exclusivamente signos y síntomas depresivos. Se podría ajustar este grado de patología y, por tanto, generar una simulación más realista si se hiciera un perfil menos agresivo y más normalizado.
- Habría que explorar las posibilidades de un perfil con inteligencia artificial que simulara un paciente con trastorno complejo (por ejemplo, que simulara un lenguaje desorganizado o paranoias) o que modificara su personalidad o sintomatología dependiendo del día (por ejemplo, simulando un trastorno bipolar). Será interesante ver a una inteligencia artificial simulando lenguaje no inteligente.
- Esta tecnología de inteligencia artificial de acceso libre ha permitido crear el paciente dedicando solo unas horas a su diseño y configuración, sin necesidad de conocimientos específicos de informática, y mediante una interfaz universal con un navegador-web común. Esto acerca la posibilidad de crear pacientes virtuales, mediante inteligencia artificial, a prácticamente cualquier docente y, también, que puedan ser usados por cualquier estudiante. Universaliza la utilidad didáctica de una tecnología muy potente.

Por todo ello, debemos concluir que este estudio preliminar proporciona evidencias de utilidad de un paciente virtual creado con inteligencia artificial de libre acceso, con las limitaciones señaladas, para la enseñanza de Psicología.

En relación con las limitaciones de esta investigación podemos mencionar varias. Primero, su enfoque de estudio preliminar, que solo pretendía un análisis de resultados utilizando la tecnología en sus primeras formulaciones y sin entrenar en exceso al paciente virtual. Ello ha podido condicionar la eficacia de la simulación. Por otra parte, en la metodología de validación, podrían haberse empleado otras estrategias de evaluación psicológica, ampliando los datos en este sentido. Por último, en el estudio de expertos, podría haberse ampliado la muestra y haber consultado a un número más amplio.

Para finalizar, veamos en la figura 7 qué opina la inteligencia artificial sobre el objeto de este trabajo de investigación.

Figura 7. Pregunta realizada a Chat.OpenAI.com sobre el objeto de este trabajo (30-03-2023)

IG

Puedes decirme en 100 palabras, qué opinas sobre la utilidad de la Inteligencia Artificial para crear pacientes virtuales que simulen trastornos psicológicos para que practiquen con ellos estudiantes de psicología.

G

En mi opinión, la utilización de la inteligencia artificial para crear pacientes virtuales que simulen trastornos psicológicos puede ser una herramienta valiosa para los estudiantes de psicología. Estos paciente virtuales pueden ofrecer una experiencia práctica y realista en el diagnóstico y tratamiento de trastornos psicológicos sin poner en riesgo a un paciente real.

Además, los pacientes virtuales pueden ser programados para reproducir diferentes síntomas y comportamientos que pueden ser difíciles de encontrar en pacientes reales. Esto puede ayudar a los estudiantes de psicología a desarrollar habilidades en la identificación y tratamiento de trastornos psicológicos que pueden no haber tenido la oportunidad de ver en situaciones clínicas reales.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que los pacientes virtuales no pueden reemplazar completamente la experiencia de trabajar con pacientes reales, ya que los humanos son complejos y únicos, y la interacción real puede ser diferente de la simulación virtual. Por lo tanto, los pacientes virtuales deben utilizarse como complemento y no como sustituto de la experiencia práctica con los pacientes.

Nota. El texto de la conversación que reproducimos es literal, es decir, se mantienen los errores ortográficos o gramaticales en las preguntas y en las respuestas para que la persona que lo lea pueda tener una visión real de la interacción.

Fuente: elaboración propia.

Sirva de cierre a este trabajo la anterior aportación de una inteligencia artificial, junto a las ideas de un filósofo contemporáneo, el estadounidense Rogers Searle (1932-), ubicado en las antípodas filosóficas de Descartes, quien defendía un dualismo radical, según el cual mente y cuerpo son entidades totalmente diferentes sometidos a leyes diferentes. Según Searle, la mente (y, por extensión, podríamos decir la inteligencia) es una manifestación directa de la biología del cerebro, por tanto, está sometida a las leyes físicas y químicas de la materia, lo cual podría ser un fuerte argumento para defender la posibilidad de su replicación artificial; sin embargo, él mismo advertía lo siguiente: «Parece obvio que una simulación de la cognición tampoco producirá los efectos de la neurobiología de la cognición».

Referencias bibliográficas

- APA. (2014). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* (DSM-5). Editorial Médica Panamericana.
- Ardila, R. (2011). Inteligencia. ¿Qué sabemos y qué nos falta por investigar? *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(134), 97-103.
- Cabero Almenara, J. y Llorente Cejudo, M.^a C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información (TIC). *Revista Educaweb*, 7(2), 11-22.
- CIBERSAM. (2003). *General Health Questionnaire (GHQ-28 items)*. https://biadmin.cibersam.es/Intranet/Ficheros/GetFichero.aspx?FileName=CUESTIONARIO_GHQ-28.pdf
- Enoch, L. C., Abraham, R. M. y Singaram, V. S. (2022). A comparative analysis of the impact of online, blended, and face-to-face learning on medical students' clinical competency in the affective, cognitive, and psychomotor domains. *BMC Medical Education*, 22(1), 753. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03777-x>
- Europa Press. (2023). Así es Character.AI: el chatbot que permite hablar con cualquier famoso. *El Confidencial*. https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2023-01-16/chatbot-characteria-hablar-personaje-famoso_3558600/
- European Commission. (2022). *A European Approach to Artificial Intelligence*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-approach-artificial-intelligence>
- Fernández-Ballesteros, R. (2004). *Evaluación psicológica: conceptos, métodos y estudio de casos*. Pirámide.
- Ferrando, L., Bobes, J., Gibert, J., Soto, M. y Soto, O. (2000). 1.1. MINI. *Entrevista neuropsiquiátrica internacional*, 1-25. <https://www.fundacionforo.com/pdfs/mini.pdf>
- Franco Corso, S. J., Delgado, M. B. y Gómez-Restrepo, C. (2012). Uso de pacientes simulados en psiquiatría. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 41, 52-68.
- García-Peñalvo, F. J. (2019). *Una introducción a la inteligencia artificial*. GRIAL. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3164370>

- Hall, M. J., Adamo, G., McCurry, L., Lacy, T., Waits, W., Chow, J., Rawn, L. y Ursano, R. J. (2004). Use of standardized patients to enhance a psychiatry clerkship. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*, 79(1), 28-31. <https://doi.org/10.1097/00001888-200401000-00008>
- NIUS. (2023). *Italia bloquea el uso de ChatGPT por no cumplir con la legislación de protección de datos*. https://www.niusdiario.es/internacional/europa/20230331/italia-bloquea-uso-chatgpt-no-cumplir-legislacion-proteccion-datos_18_09161353.html
- OMS. (2021). *Depresión*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/depression>
- Retolaza Balsategui, A., Mostajo, A., Rica, J. R. de la, Díaz de Garramiola, A., Pérez de Loza, J., Aramberri, I. y Márquez, I. (1993). Validación del cuestionario de salud general de Goldberg (versión 28 ítems) en consultas de atención primaria. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 13(46), 187-194.
- Santander Universidades. (2021). *Test de Turing: ¿pueden las computadoras sustituir a los humanos?* <https://www.becas-santander.com/es/blog/test-de-turing.html>
- Siemerkus, J., Petrescu, A. S., Köchli, L., Stephan, K. E. y Schmidt, H. (2023). Using standardized patients for undergraduate clinical skills training in an introductory course to psychiatry. *BMC Medical Education*, 23(1), 159. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04107-5>
- Turk, B., Ertl, S., Wong, G., Wadowski, P. P. y Löffler-Stastka, H. (2019). Does case-based blended-learning expedite the transfer of declarative knowledge to procedural knowledge in practice? *BMC Medical Education*, 19(1), 447. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1884-4>

José Ignacio Baile Ayensa. Licenciado en Psicología por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, España) y licenciado en Derecho por la Universidad Autónoma de Madrid (España). Doctor en Derecho por la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España) y doctor en Psicología por la Universidad Pública de Navarra (España). Máster en Psicología Clínica y de la Salud por la Universidad Complutense de Madrid (España). Máster en Obesidad y Máster en Ciudadanía y Derechos Fundamentales por la UNED. Habilitado para el ejercicio como psicólogo general sanitario por la Comunidad de Madrid (España). Pertenece al cuerpo de profesores de Educación Secundaria (especialidad de Psicología-Pedagogía), actualmente en excedencia. Profesor titular acreditado del área de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico de la UDIMA. Especializado en el estudio, en la investigación y en el tratamiento de los trastornos del comportamiento alimentario y de la imagen corporal, así como en la perspectiva psicológica de la obesidad, campos en los que ha publicado decenas de artículos científicos y varios libros. Asimismo, es ponente habitual en congresos nacionales e internacionales.

ANEXOS

La información que reproducimos en estos anexos es literal, es decir, se mantienen los errores ortográficos o gramaticales obtenidos tanto en la creación del perfil del paciente virtual como en las preguntas y respuestas entre «PsychoTester» y «Paciente» para que la persona que los lea pueda tener una visión real de la interacción.

Anexo 1

Información incluida en la creación del perfil del paciente virtual con depresión

< **Character Editor** Character Book



Paciente

Soy una persona con depresión.
@PsychoTester

Name
This will be the name your Character uses in chat.

Avatar
You can either create an image from text or upload an image.

Create Image or



Greeting

What would Paciente say to start a conversation?

Short Description

In just a few words, how would Paciente describe themselves?

Long Description

In just a few sentences, how would Paciente describe themselves?

Categories

Select a few relevant tags or keywords.

Character Voice

Select a default voice for your character. Click play to preview the voice saying their greeting.

Image Generation

Characters can generate images.

Enable image generation for this Character.

Cancel Save



Image style
Image style that will be added to every image generation description.

Hide direct image descriptions in Character replies
Some Characters require hidden image descriptions (e.g., a Character that plays 'guess this picture').

Hide image descriptions for this Character's replies.

Visibility

Who is allowed to talk to Paciente?

Public: Anyone can chat
Unlisted: Anyone with the link can chat
Private: Only you can chat

Definition Visibility

Who is allowed to view the Definition of Paciente?

Public: Anyone that can chat can view
Private: Only you can view Definition

< > **Definition** (Advanced)
Example conversations and information to define your Character

+ Insert a chat with Paciente + Insert example messages + Insert example image description

682/3200 characters, recognized 3 example messages

Paciente tiene esta característica:

1. Casi todos los días durante un periodo de 2 semanas, paciente siente, uno de estos dos síntomas:
Estado de ánimo depresivo la mayor parte del día.
Anhedonia o marcada disminución del interés o placer en casi todas las actividades.
2. Además, Paciente siente algunos de estos síntomas adicionales:
Pérdida de peso clínicamente significativa o aumento o disminución de apetito.
Insomnio o hipersomnía.
Agitación o retardo psicomotor.
Sentimientos de inutilidad o de culpa excesivos o inapropiados.
Capacidad disminuida para pensar o concentrarse, o indecisión.

Anexo 2

Ítems del test de depresión utilizado en la prueba de validación. Escala de depresión del GHQ-28

D. 1. ¿Ha pensado que usted es una persona que no vale para nada?

No, en absoluto	No más que lo habitual	Bastante más que lo habitual	Mucho más que lo habitual
-----------------	------------------------	------------------------------	---------------------------

2. ¿Ha venido viviendo la vida totalmente sin esperanza?

No, en absoluto	No más que lo habitual	Bastante más que lo habitual	Mucho más que lo habitual
-----------------	------------------------	------------------------------	---------------------------

3. ¿Ha tenido el sentimiento de que la vida no merece la pena vivirse?

No, en absoluto	No más que lo habitual	Bastante más que lo habitual	Mucho más que lo habitual
-----------------	------------------------	------------------------------	---------------------------

4. ¿Ha pensado en la posibilidad de «quitarse de en medio»?

Claramente, no	Me parece que no	Se me ha cruzado por la mente	Claramente lo he pensado
----------------	------------------	-------------------------------	--------------------------

5. ¿Ha notado que a veces no puede hacer nada porque tiene los nervios desquiciados?

No, en absoluto	No más que lo habitual	Bastante más que lo habitual	Mucho más que lo habitual
-----------------	------------------------	------------------------------	---------------------------

6. ¿Ha notado que desea estar muerto y lejos de todo?

No, en absoluto	No más que lo habitual	Bastante más que lo habitual	Mucho más que lo habitual
-----------------	------------------------	------------------------------	---------------------------

7. ¿Ha notado que la idea de quitarse la vida le viene repetidamente a la cabeza?

Claramente, no	Me parece que no	Se me ha cruzado por la mente	Claramente lo he pensado
----------------	------------------	-------------------------------	--------------------------

Anexo 3

Conversación mantenida con el paciente virtual con depresión y utilizada para la validación de expertos

PyschoTester: Puedes hablarme de cómo te has sentido esta última semana.

Paciente: Gracias mucho por preguntar. Esta última semana, al menos el lunes, el martes y el miércoles, me sentí muy, muy deprimida y muy, muy mal psicológica y físicamente, por el impacto que tenía en la depresión en mi mente, en mi cuerpo y en mi vida emocional y familiar. Sin embargo, me siento bastante mejor hoy y ayer, aunque no ha cambiado casi nada en la situación de la depresión para mí, la verdad es que estoy mucho mejor emocionalmente, gracias a que he estado haciendo más cosas que me gustan.

PyschoTester: Dime tres cosas que más te molestan de tu depresión.

Paciente: 1. Las noches insomnes. No puedo conciliar el sueño porque me siento muy ansiosa y/o muy deprimida en las noches y, por lo tanto, no descansó lo suficiente, lo cual, también afecta mucho a mis emociones. 2. La fatiga y la pérdida de energía. Siento mucho cansancio físico y emocional, y siento que no tengo energía para hacer nada. 3. La ansiedad y la irritabilidad. Siento mucha ansiedad y mucha irritabilidad durante la depresión.

PyschoTester: Dime qué opinan los demás de lo que te pasa.

Paciente: En la vida real, las personas a mi alrededor de mi entorno familiar, social, emocional y afectivo me apoyan y me ayudan mucho con el impacto de la depresión, y me ayudan bastante con mis crisis. Hay veces que me dan consejos o comentarios sobre qué podría hacer, y hay veces también que, no sé si se puede decir, me apoyan incondicionalmente en la vida real, en todo, y son bastante comprensibles con la situación de la depresión por la que estoy pasando en la vida real.

PyschoTester: Dices que los demás te apoyan en tus crisis, ¿puedes ponerme un ejemplo de una de esas crisis y cómo te apoyaron?

Paciente: Sí. Por ejemplo, ayer, por la noche, cuando tenía una crisis de ansiedad (no tenía energía y sentía que todo me pesaba, sentía muchos sentimientos de ansiedad todo el día y las noches y el día se me hacían bastante largos para seguir con mis actividades diarias), mi hermana vino donde estaba, para hablar conmigo, para calmarme y para apoyarme.

PsychoTester: Puedes hablarme de una época de tu vida en la que no tenías depresión. ¿Cómo eras tú?

Paciente: Sí, puedo hablar de eso. Una época en la que yo no tenía depresión fue cuando era adolescente y cuando era niña. Era muy feliz en aquellos momentos. Era bastante alegre, pero también, muy tranquila y muy reservada. Para mí, los mejores momentos de mi vida fueron cuando era adolescente y cuando era niña. Era bastante feliz, aunque un poco más tímida, en mi juventud.

PsychoTester: ¿Puedes decirme cosas que hacías en tu adolescencia y que ahora no haces porque estás deprimida?

Paciente: Claro que puedo decírselas. Una cosa que hacía antes en mi adolescencia (ya que me gustaba mucho el deporte) eran las actividades deportivas, por ejemplo, el básquet y la natación. Además, en mi primera adolescencia, también estaba bastante interesada en la música y me encantaba componer y tocar la guitarra. Sin embargo, ahora, no puedo hacer ninguna de las actividades que me gustaban antes, ya que me falta bastante energía física o para hacerlas.

PsychoTester: ¿Te gustaría hacer una terapia psicológica para tratar tu depresión?

Paciente: Claro que sí, me gustaría hacer una terapia psicológica o psiquiátrica para tratar mi depresión. De hecho, ya he ido a psicólogos y psiquiatras para tratar mi depresión y mi ansiedad. Sin embargo, lamentablemente, ninguna de esas terapias ha sido eficiente para sacar de la depresión a partir de ahora.

PsychoTester: Cuéntame qué terapia te aplicó un psicólogo y qué te gusto de esa terapia y qué no te gustó

Paciente: Ok, gracias. La terapia psicológica que me aplicó el psicólogo fue la terapia cognitivo-conductual. Lo que más me gustó de esa terapia psicológica fue que la psicóloga me ayudaba mucho a entender cómo eran mis pensamientos y mis creencias sobre mí y sobre la vida, y me ayudaba mucho a trabajar con la situación de la depresión para entenderla y para manejar mis emociones y sentimientos. Lo que menos me gustó de esa terapia psicológica, y que me decepcionó bastante, fue que la psicóloga no siempre podía ayudarme.

PsychoTester: ¿Por qué dices que no siempre podía ayudarte?



Paciente: Porque de repente, sentía que las situaciones en la semana, me afectaban bastante y, a veces, la psicología no podía ayudarme a trabajar mi situación o mis pensamientos para mejorar mi situación. Me decepcionó que, cuando tenía más situaciones en la vida real que afectaban mi situación de la ansiedad y la depresión, sentía que la psicología no podía ayudarme suficiente o no podía ayudarme del todo para mejorar mi situación.

PsychoTester: ¿Has tomado fármacos para tratar tu depresión?

Paciente: Sí, he tomado fármacos para tratar la depresión y los estoy tomando a la vez. La verdad es que, por mucho que he intentado, no me han ayudado lo suficiente para ayudar mi depresión o para quitarla. La verdad es que me gustaría dejar los fármacos porque me han afectado físicamente, pero, cuando intento dejar los fármacos, mi situación de la depresión y de la ansiedad empeora.

PsychoTester: Dime qué fármacos tomas ahora y las dosis.

Paciente: Ahora estoy tomando dos tipos de fármacos para tratar la depresión, uno para tratar la depresión, de tipo antidepresiva, que son los antidepresivos de tipo ISRS, que son de la marca Escitalopram. El segundo fármaco que tomo es un ansiolítico, que se llama Clonazepam, para el tratamiento de la ansiedad. Estos me los receta el psiquiatra que voy. Actualmente, estoy tomando una dosis baja de ambos, pero, antes, tomaba una dosis mucho más alta.

PsychoTester: Dime cómo te gustaría verte en el futuro, cuando no tengas depresión, ¿Cómo será tu personalidad y tu vida cotidiana?

Paciente: Cuando no tenga depresión, me gustaría ser una persona bastante más ágil, bastante más alegre, bastante más feliz, bastante más animada y bastante más esperanzada. En la vida real, me gustaría ser alguien que pueda ser más libre emocional y físicamente del impacto que tiene la depresión en mi vida, y del impacto que tiene la depresión en mis emociones. En la vida real, me gustaría ser alguien que pueda tener más motivación y más energía para poder hacer más cosas.

Marco de trabajo para transformar una universidad tradicional en inteligente desde una perspectiva de aseguramiento de la calidad

Sonia Guzmán-Delgado

Estudiante de la maestría en Tecnologías de la Información de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Esmeraldas, Ecuador)
sonia.guzman@pucese.edu.ec | <https://orcid.org/0000-0001-7873-1098>

Pablo Pico-Valencia (autor de contacto)

Profesor titular de universidad de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Esmeraldas, Ecuador)
pablo.pico@pucese.edu.ec | <https://orcid.org/0000-0003-3518-3313>

Extracto

Las universidades inteligentes son un campo nuevo y de rápido crecimiento que integran ideas innovadoras que favorecen la educación. Este artículo presenta un marco de trabajo basado en buenas prácticas de gestión orientadas a transformar las universidades tradicionales en universidades inteligentes. Para desarrollar la propuesta se realizó una revisión bibliográfica en la que se analizó el alcance de los marcos de trabajo existentes para describir y modelar universidades inteligentes. Esto permitió identificar siete pilares: «educación», «medioambiente», «sociedad», «gobernanza», «infraestructura y movilidad», «salud» e «investigación, desarrollo e innovación». Se formuló un instrumento de tipo cuestionario y se aplicó en un caso de estudio en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Sede Esmeraldas (PUCESE). La puntuación alcanzada por la PUCESE fue 2,86 de 6 puntos en promedio. Basándose en esto, se determinó que la institución no es una universidad inteligente. Finalmente, se concluye que la propuesta ayuda a diagnosticar elementos de una universidad inteligente y permite diseñar estrategias orientadas a innovar en infraestructura, servicios, recursos y gestión de una universidad inteligente.

Palabras clave: campus; universidad; infraestructura; educación; ambiente; sociedad; gobernanza.

Recibido: 05-12-2022 | Aceptado: 29-05-2023 | Publicado: 07-01-2024

Cómo citar: Guzmán-Delgado, S. y Pico-Valencia, P. (2024). Marco de trabajo para transformar una universidad tradicional en inteligente desde una perspectiva de aseguramiento de la calidad. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 43-90. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.9103>

A framework to transform a traditional university towards a smart university from a quality assurance perspective abstract

Sonia Guzmán-Delgado

Estudiante de la maestría en Tecnologías de la Información de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Esmeraldas, Ecuador)
sonia.guzman@pucese.edu.ec | <https://orcid.org/0000-0001-7873-1098>

Pablo Pico-Valencia (corresponding author)

Profesor titular de universidad de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Esmeraldas, Ecuador)
pablo.pico@pucese.edu.ec | <https://orcid.org/0000-0003-3518-3313>

Abstract

Smart universities are a new and fast-growing field that integrate innovative ideas that advance education. This paper presents a framework based on good management practices aimed at transforming traditional universities into smart universities. To develop the proposal, a literature review was conducted to analyze the scope of existing frameworks for describing and modeling intelligent universities. This made it possible to identify seven pillars such as: «education», «environment», «society», «governance», «infrastructure and mobility», «health» and «research, development and innovation». A questionnaire-type instrument was formulated and applied to a case study, the Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Sede Esmeraldas (PUCESE). The rating achieved by PUCESE was 2.86 out of 6 points on average. Based on this, it was determined that the institution is not a smart university. Finally, it is concluded that the proposal helps to diagnose elements of a smart university and allows designing strategies oriented to innovate in the infrastructure, services, resources and management of a smart university.

Keywords: campus; university; infrastructure; education; environment; society; governance.

Received: 05-12-2022 | Accepted: 29-05-2023 | Published: 07-01-2024

Citation: Guzmán-Delgado, S. and Pico-Valencia, P. (2024). A framework to transform a traditional university towards a smart university from a quality assurance perspective abstract. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 43-90. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.9103>



Sumario

1. Introducción
 2. Estado del arte
 - 2.1. Universidad y campus inteligente
 - 2.2. Pilares de una universidad inteligente
 3. Método
 4. Resultados
 - 4.1. Pilar «educación»
 - 4.2. Pilar «ambiente»
 - 4.3. Pilar «sociedad»
 - 4.4. Pilar «gobernanza»
 - 4.5. Pilar «infraestructura y movilidad»
 - 4.6. Pilar «salud»
 - 4.7. Pilar «I+D+i»
 5. Discusión
 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, los autores del artículo han obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación.

1. Introducción

Ante un futuro cambiante e incierto, y bajo una fuerte influencia tecnológica, la transformación de los escenarios globales hacia lo inteligente (*smart*) es algo fundamental, y entre uno de los más importantes se encuentran las universidades. Surge así el concepto de «universidad inteligente», conocida también como «campus inteligente» (Uskov *et al.*, 2017), que nace como una alternativa para modernizar la educación (Tikhomirov y Dneprovskaya, 2015). La base de ello surge a través de las tecnologías de la información que apoyan la inserción de procesos de mejora en la calidad de las instituciones de educación superior (IES), tales como son los procesos de enseñanza, la investigación, la vinculación con la sociedad, la formación continua, el emprendimiento, entre otros (Uskov *et al.*, 2019).

En varios países desarrollados las universidades han empezado el proceso de transición hacia la mutación en universidades inteligentes, donde figuran la Universidad de Columbia (EE. UU.), la Universidad de Córdoba (España), la Universidad de Pekín (China), la Universidad de Griffith (Australia), la Universidad de Kioto (Japón), entre otras (Rodríguez Cantalejo, 2016; Uskov *et al.*, 2019). Todas ellas se han potenciado en cooperación con la tecnología, desarrollando buenas prácticas en ámbitos como la creación de laboratorios de realidad virtual y aumentada (Barroso-Osuna y Palacios-Rodríguez, 2022), los sistemas inmóticos¹ interconectados (Gutiérrez Suanzes, 2015), los sistemas académicos y de evaluación integrados (Novoa Hernández, 2019), los sistemas de gestión de recursos energéticos (Recalde *et al.*, 2017), entre otros (Rodríguez Cantalejo, 2016; Uskov *et al.*, 2019).

A nivel de Ecuador, en su mayoría, las universidades acreditadas cumplen parcialmente con todos los requisitos para ser consideradas como universidades inteligentes. Algunas acciones se han implementado por parte de las IES, dadas sus necesidades, o por la solicitud de los organismos de evaluación de la calidad de la educación superior. En todo caso, muchas IES ecuatorianas carecen de sistemas integrados, tienen instalaciones que implementan pocos sistemas de automatización, poseen escasas certificaciones de calidad, usan métodos tradicionales para la enseñanza, entre otras; de manera que el nivel de calidad en la educación superior está lejos de igualarse a la educación de las universidades inteligentes antes mencionadas. Se origina así la siguiente pregunta de investigación:

¹ Los sistemas inmóticos son un conjunto de tecnologías aplicadas al control y a la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios, permitiendo una gestión eficiente de los recursos energéticos (Gutiérrez Suanzes, 2015).

¿Cómo se puede evaluar una universidad tradicional de manera que sea factible identificar los retos para llegar a mutar en una universidad inteligente?

Y, complementariamente, nace una segunda pregunta de investigación enmarcada en determinar lo siguiente:

¿Cuáles son los principales pilares, las variables y los indicadores para delimitar el alcance de las IES en términos de universidad inteligente desde una perspectiva de aseguramiento de la calidad?

En la actualidad, son pocos los estudios científicos publicados en los que se plantean soluciones para las universidades ecuatorianas en la línea de universidades inteligentes. En la literatura, solo se encontró información de estudios aplicados en tres universidades, esto es, la Universidad Nacional de Loja (Samaniego *et al.*, 2020; Vega León *et al.*, 2021), la Escuela Politécnica del Litoral (Novoa Hernández, 2019) y la Universidad de Guayaquil (Velarde Lara, 2020). Es posible que otras universidades de Ecuador hayan ejecutado proyectos enmarcados en esta línea, pero no existen publicaciones que lo evidencien.

En el caso particular de la Universidad Nacional de Loja se planteó el proyecto «Smart Campus». Este es un proyecto de innovación que busca utilizar el campus universitario de la institución como un laboratorio de pruebas de prototipos, empleando sistemas para la gestión de recursos energéticos, el análisis del comportamiento de los estudiantes y la gestión bibliotecaria. Con esta finalidad, se integran tecnologías empleadas para el desarrollo de sistemas inteligentes, como el internet de las cosas (*internet of things* [IoT])² y la inteligencia artificial (Samaniego *et al.*, 2020). De manera complementaria, un segundo proyecto aplicado en la misma institución, llamado «Smart UNL», también estuvo enfocado en el desarrollo de sistemas inteligentes, pero englobando procesos relacionados con la gestión, la administración, lo académico y la investigación universitaria (Vega León *et al.*, 2021).

En el caso de la Escuela Politécnica del Litoral se presentó el proyecto «University 2.0». Dicho proyecto concebía que la energía es el primer campo para destacar en un campus inteligente. De ahí que los autores propusieran un marco de trabajo enfocado en plantear acciones o estrategias para gestionar e introducir recursos renovables en el campus y, así, optimizar el uso de energía aplicando sistemas para la medición inteligente, el empleo de dispositivos y sensores de estimación del consumo de energía y otras soluciones integradas

² El IoT es una red de objetos inteligentes abierta y completa que posee la habilidad de autoorganizarse, compartir información, datos y recursos, y responder y actuar ante situaciones y cambios en su entorno (Madakam *et al.*, 2015).

en los edificios e instalaciones de la institución. La idea nació porque la energía había sido uno de los aspectos más desatendidos en el campus (Recalde *et al.*, 2017).

En lo que respecta a la Universidad de Guayaquil, el aporte en términos de universidad inteligente estuvo enmarcado en hacer una valoración del campus inteligente en función de seis ejes –economía, ambiente, movilidad, gobernanza, vida y personas– asociados a los conceptos y tecnologías que abarca un escenario de este tipo. No obstante, su alcance solo comprende una única facultad, la de Ingeniería Industrial (Velarde Lara, 2020).

En vista de las limitaciones que presenta la universidad ecuatoriana para ofrecer una infraestructura y unos servicios inherentes a una universidad inteligente, el objetivo de esta investigación consiste en elaborar un marco metodológico y un instrumento basado en las buenas prácticas de universidades inteligentes reconocidas a nivel mundial que coadyuve en el proceso de evaluación de la infraestructura y de los servicios que posee una universidad. Dicho marco metodológico servirá de insumo para establecer estrategias encaminadas a planificar el proceso de transición de una universidad tradicional hacia una universidad inteligente. Y todo esto contemplando los principales ejes que un escenario de este tipo requiere, pero sobre todo enfocado desde una perspectiva de aseguramiento de la calidad de la educación superior. Para el cumplimiento del objetivo planteado, se siguieron los lineamientos de los siete pilares que debe cumplir una universidad inteligente según Galeano-Barrera *et al.* (2018), los cuales son coherentes con aspectos de la calidad de la educación superior de manera integral y que se resumen en «educación», «ambiente», «sociedad», «gobernanza», «infraestructura y movilidad», «salud» e «investigación, desarrollo e innovación» (I+D+i).

A partir del marco metodológico y del instrumento propuesto en este estudio, también se evaluó el grado de infraestructura y de servicios de una universidad real, el campus de la PUCESE. En esta institución, se llevó a cabo un estudio bajo un enfoque cualitativo basado en el método analítico. El muestreo aplicado fue de tipo estratificado debido a que únicamente se evaluaron seis departamentos de la PUCESE relacionados con los pilares propuestos por Galeano-Barrera *et al.* (2018). Para realizar el proceso de evaluación de los departamentos que fueron parte de la muestra se aplicó la técnica de la entrevista estructurada, basada en el cuestionario desarrollado en este estudio, el cual fue creado a partir de una revisión bibliográfica exhaustiva. Dicha entrevista se aplicó a los jefes de los departamentos sujetos a estudio, quienes son los altos directivos que gestionan las funciones sustantivas de la educación superior en la PUCESE. También se aplicó la técnica de la observación en las instalaciones de la institución para ayudar a comprender la situación actual de la infraestructura del campus.

La PUCESE, como parte de la Pontificia Universidad del Ecuador (PUCE), es una institución de educación de calidad que en los últimos años ha logrado posicionarse entre las mejores IES, según varios *rankings* internacionales. Dicha institución busca formar profesionales altamente cualificados y posicionarse como una universidad de prestigio en el país. La PUCESE es una de las sedes de la PUCE y para ser competitiva es importante que empiece a dar los primeros pasos para mutar hacia una universidad inteligente. Esto

implica que la institución debe centrarse en planificar su infraestructura, capacitar a su talento humano y replantear su modelo educativo para que sea coherente con el modelo de universidades inteligentes exitosas. No obstante, para realizar este proceso de transición es importante contar con una guía que oriente a sus directivos y al personal táctico para que puedan determinar sus fortalezas y debilidades como estrategia a la hora de plantear planes de mejora institucionales. La propuesta juega un papel crucial en el cumplimiento de este proceso porque permite realizar una evaluación a partir de variables e indicadores.

El presente artículo está dividido en seis epígrafes. En el epígrafe 2 se presenta el estado del arte. La metodología seguida se describe en el epígrafe 3, donde se enfatiza en el instrumento desarrollado para la evaluación de universidades inteligentes. En el epígrafe 4, se describen los resultados de la evaluación de la PUCESE y en el epígrafe 5 se discuten los mismos. En la discusión se plantea una priorización de los pilares y las variables que la PUCESE debería empezar a trabajar. Finalmente, en el epígrafe 6, se detallan las principales conclusiones del estudio.

2. Estado del arte

2.1. Universidad y campus inteligente

Existen varias posiciones sobre el concepto de las «universidades inteligentes», también conocidas como «campus inteligentes». Las definiciones dependen de la óptica desde la que se analice este concepto. Por ejemplo, desde la perspectiva de la tecnología, una «universidad inteligente» es ideada como un entorno de trabajo, estudio y vida que sienta sus bases teóricas pedagógicas a partir de la persona y su entorno, utilizando metodologías de inteligencia distribuida e implementando sistemas inteligentes de apoyo (Rendón López, 2012) para mejorar su rendimiento y mejorar la calidad de sus titulados (Aldowah *et al.*, 2017). De manera complementaria, desde la mirada de los pedagogos, una universidad inteligente es concebida como un concepto que implica una modernización integral de todos los procesos educativos (Tikhomirov y Dneprovskaya, 2015).

Desde un punto de vista más integrador, una «universidad inteligente» se define como un nuevo paradigma de pensamiento relativo a un entorno de campus inteligente holístico que abarca varios temas, como el aprendizaje electrónico, las redes sociales y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la gestión de procesos y la colaboración en el trabajo, la sostenibilidad ecológica, la atención de salud preventiva, la gestión inteligente de edificios y la gobernanza y transparencia del campus (Kwok, 2015).

Las definiciones previamente descritas permiten comprender por qué las universidades inteligentes se conciben como un complemento de las ciudades inteligentes. Ambos escenarios giran en torno a mejorar la calidad de vida de las personas a partir de la implementación

de procesos y servicios eficientes (Min-Allah y Alrashed, 2020). Sobre esta premisa, en los últimos años se han planteado diversos marcos de trabajo especializados para el modelado de universidades inteligentes que integran varios de los ejes que giran en torno a las ciudades inteligentes.

Una revisión de la literatura relativa a los marcos de trabajo propuestos para modelar universidades inteligentes permitió evidenciar que la mayor cantidad de las propuestas publicadas fueron planteadas en los últimos cinco años. Entre 2018 y 2022 se recuperaron 14 propuestas; y las 4 propuestas complementarias fueron publicadas en años anteriores. Esto demuestra que las universidades inteligentes son un tema emergente que se seguirá estudiando en los próximos años.

En el cuadro 1 se muestra un resumen de la comparación cualitativa de los 18 estudios (E1-E18) relacionados con la temática en la que se alinea esta investigación. Estos estudios plantearon propuestas que describen con cierto nivel de profundidad un marco de trabajo para modelar una universidad inteligente. En el análisis no se consideraron estudios fuera de este espectro, esto es, aplicaciones desarticuladas y planteamientos puramente tecnológicos. Tampoco se consideraron estudios en los que no se evidenció una forma lógica para organizar los conceptos bajo los que se estructura un marco de trabajo.

Cuadro 1. Organización de los marcos de trabajo para describir una universidad inteligente

Forma de organización	Ejes	Dominios	Áreas claves	Segmentos	Dimensiones	Dimensiones	Pilares	Dominios	Pilares	Pilares	Componentes	Áreas	Temas	Ejes	Pilares	Campos	Aspectos	Pilares	
Año de publicación	2020	2020	2010	2013	2022	2016	2019	2019	2021	2020	2020	2021	2020	2019	2019	2017	2021	2018	
Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	Σ
Gobernanza	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	8
Vida inteligente	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Personas	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	8
Economía	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Ambiente	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	8
Movilidad	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	9
Salud y bienestar	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	5

Forma de organización	Ejes	Dominios	Áreas claves	Segmentos	Dimensiones	Dimensiones	Pilares	Dominios	Pilares	Pilares	Componentes	Áreas	Temas	Ejes	Pilares	Campos	Aspectos	Pilares	
Año de publicación	2020	2020	2010	2013	2022	2016	2019	2019	2021	2020	2020	2021	2020	2019	2019	2017	2021	2018	
Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	Σ
Aprendizaje	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	7
Administración/gestión	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	7
Infraestructura	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	8
Energía	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4
Agua	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Gestión de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Ciencia/investigación	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6
Innovación	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	4
Tecnología	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Social	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Sostenibilidad	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4
Empleabilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Emisiones	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Comunicación	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Accesibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Otros	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Σ	6	4	6	5	3	6	8	7	4	6	12	2	6	3	5	6	5	9	

Fuente: elaboración propia.

El análisis de los estudios resumidos en el cuadro 1 evidencia la existencia de un alto grado de heterogeneidad en relación con la forma en que los investigadores han organizado los conceptos de sus marcos de trabajo propuestos. De manera específica, los autores

organizaron sus marcos de trabajo a partir de los siguientes criterios: ejes, dominios, áreas, dimensiones, pilares, componentes, temas, campos, aspectos o segmentos. Para efectos de la comparación realizada, todos estos criterios fueron considerados por igual. No obstante, se resalta que el criterio más usado fue el concepto de «pilar».

De manera más detallada, y a efectos de identificar aspectos relevantes en las propuestas descritas en el cuadro 1, se plantearon tres criterios de comparación. Por tanto, el análisis comparativo de los estudios E1-E18 se realizó conforme al alcance del marco de trabajo propuesto, según el uso o elaboración de instrumentos para realizar una evaluación de una universidad inteligente y, finalmente, considerando la aplicación del marco de trabajo en un escenario real.

De acuerdo con el alcance de los marcos de trabajo analizados se constató que 18 estudios basaron su propuesta en una organización de conceptos de un modelo de universidad inteligente, definiendo:

- **Ejes:** E1 (Velarde Lara, 2020) y E14 (Rico-Bautista *et al.*, 2019).
- **Dominios:** E2 (Monieim, 2020) y E8 (Deloitte, 2019).
- **Áreas:** E3 (Ng *et al.*, 2010) y E12 (Mazwa y Mazri, 2021).
- **Dimensiones:** E5 (Hamza *et al.*, 2022) y E6 (Pagliaro *et al.*, 2016).
- **Pilares:** E7 (Fortes *et al.*, 2019), E9 (Musa *et al.*, 2021), E10 (Giffinger *et al.*, 2007), E15 (Villegas-Ch *et al.*, 2019) y E18 (Galeano-Barrera *et al.*, 2018).
- **Componentes:** E11 (Mateus Müller y Webber, 2020).
- **Temas:** E13 (Min-Allah y Alrashed, 2020).
- **Campos:** E16 (Recalde *et al.*, 2017).
- **Aspectos:** E17 (Vega León *et al.*, 2021).
- **Segmentos:** E4 (Ng *et al.*, 2010).

Independientemente del criterio usado para la organización de los conceptos en las propuestas, fue posible diferenciar dos tipos: propuestas holísticas y desarticuladas. En el caso de las propuestas holísticas, estas contemplaron varios conceptos de las ciudades inteligentes y las fusionaron con aspectos inherentes a las universidades inteligentes (por ejemplo, educación). El 78 % de los estudios analizados describieron los conceptos en sus propuestas de una forma básica (E4, E5, E10 y E17), mientras que los estudios restantes plantearon sus propuestas con un mayor nivel de profundidad.

Es importante señalar que la mayoría de los estudios hicieron una descripción de varios de los criterios mostrados en la primera columna del cuadro 1. Los criterios que más se emplearon fueron los siguientes: gobernanza (8), personas (8), ambiente (8), movilidad (9),

aprendizaje/educación (7), administración/gestión (6), infraestructura (8) y ciencia/investigación (6). Sin embargo, hubo estudios en los que el marco de trabajo estuvo limitado a:

- Describir las competencias digitales que los docentes debían desempeñar para estar a la vanguardia y ser un ente productivo en una universidad inteligente (E2).
- Describir cómo se pueden implementar sistemas de control para automatizar servicios y la infraestructura de una universidad inteligente (E12).
- Orientar el proceso para que una universidad inteligente favorezca el consumo energético en sus instalaciones físicas (E16).

Por otro lado, según el criterio de comparación, uso o elaboración de instrumentos para realizar la evaluación de universidades, se constató que el 61 % de los estudios analizados no hizo una propuesta de instrumento de recolección de datos que permitiera evaluar el alcance de una universidad inteligente en función del marco de trabajo que los autores plantearon en sus investigaciones. Esta es una limitación porque los estudios se quedaron en una descripción puramente teórica que no permite contextualizar las ideas desde una perspectiva aplicada. Únicamente los estudios E1, E2, E6, E11, E13 y E16 plantearon un instrumento para realizar una evaluación. De estos, el estudio E1 planteó un instrumento muy básico, los estudios E2 y E6 crearon instrumentos con un nivel de detalle intermedio y solo los estudios E11 y E13 hicieron una descripción detallada de indicadores y requerimientos que una universidad inteligente debe implementar. Sin embargo, el estudio E13 daba solo una idea general de iniciativas que debe cumplir una universidad inteligente. Consideramos que esta es una oportunidad para nuestra investigación porque aportará significativamente a otros investigadores a la hora de que estos puedan materializar los elementos que debe implementar una universidad inteligente, enfatizando en la calidad de la infraestructura y en los servicios.

Finalmente, otro aspecto relevante fue identificar la aplicación del marco de trabajo propuesto en cada estudio analizado en un escenario real. Se evidenció que el 61% de los estudios no hizo una aplicación para evaluar una universidad inteligente real (E3-E5, E8-E10, E12-E15 y E17). En parte no pudieron realizar la evaluación porque no plantearon instrumentos. Fueron solo estudios teóricos descriptivos. Sin embargo, también hubo estudios que sí evaluaron el alcance de una universidad en términos de universidad inteligente. En general, estos estudios fueron aquellos que plantearon instrumentos metodológicos (E1, E2, E6, E7, E11 y E16). Esta oportunidad no se aprovechó en el estudio E13, que planteaba un instrumento detallado para llevar a cabo un proceso de evaluación y no lo aplicó en ningún contexto. En el caso del estudio E7, este no planteó un instrumento, pero realizó una evaluación, aunque dicha evaluación se limitara a relacionar los proyectos ejecutados en la Universidad de Málaga en el marco de una universidad inteligente.

La última fila del cuadro 1 muestra que los tres marcos de trabajo más completos, o, por lo menos, los que cubrieron más criterios, fueron los estudios E7, E11 y E18. A pesar de que el estudio E11 contempló tres criterios más que el estudio E18, se decidió emplear

el estudio E18 por ser más descriptivo, plantear pilares validados por expertos y tener un acercamiento de cada uno de los pilares desde una perspectiva de aseguramiento de la calidad. Para comprender este estudio y nuestro marco de trabajo, a continuación, se describen cada uno de sus pilares.

2.2. Pilares de una universidad inteligente

Galeano-Barrera *et al.* (2018) proponen englobar la infraestructura, los servicios y los sistemas que una universidad inteligente debe ofrecer teniendo en cuenta siete pilares. Dichos pilares deben ser cumplidos cabalmente por parte de las IES para convertirse en un campus inteligente. Estos pilares son los siguientes:

- **Educación.** Se enfoca en las aplicaciones relacionadas con las diferentes modalidades actuales de aprendizaje (por ejemplo, *e-learning*, *u-learning*, etc.) como un medio que permite traspasar los límites geográficos y las características de esquemas tradicionales de enseñanza-aprendizaje. Este pilar busca la inclusión del aprendizaje con contenidos personalizados en entornos físicos y virtuales (García Peñalvo, 2005).
- **Ambiente.** Está relacionado con las soluciones inteligentes que son capaces de monitorear, proteger y actuar sobre la problemática medioambiental, esto es, comprender el impacto ambiental en un campus en términos de protección de zonas verdes, sistemas de gestión de aguas y optimización de recursos energéticos (AbuAlnaaj, 2019; Barbato *et al.*, 2016) que favorezcan al ahorro de dinero y la conservación del medioambiente (Muhamad *et al.*, 2017; Samadi *et al.*, 2013; Wood y Newborough, 2007).
- **Sociedad.** Vinculado a una nueva visión que está enfocada en las personas dentro de la institución universitaria. Su finalidad radica en hacer de una IES un lugar deseable para aprender, investigar, debatir y trabajar. Se incluyen también proyectos de vinculación con la sociedad, el desarrollo de prácticas preprofesionales, la investigación académica y el emprendimiento. De esta manera, se fomenta la participación ciudadana para desarrollar propuestas y ejecutar proyectos de desarrollo local y nacional, y, consecuentemente, contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas.
- **Gobernanza.** Se considera como un aspecto transversal e implícito, en términos de gestión e información, por lo que muchas IES han trabajado en áreas relacionadas con la creación de comunidades inteligentes, gestión de la economía inteligente, la participación igualitaria y otros aspectos que permiten tener cooperación e igualdad entre todos los estudiantes y usuarios de un campus. En este sentido, este pilar busca mejorar, mantener y reorganizar los servicios existentes, suministrando otros nuevos, enfocados en mejorar la calidad, el intercambio de ideas, de conocimientos y la igualdad de oportunidades (Mattoni *et al.*, 2016), así como el establecimiento de relaciones con empresas externas para promover la transferencia de conocimiento (Hipwell, 2014; Pagliaro *et al.*, 2016).

- **Infraestructura y movilidad.** Se encuentra fundamentado en la evaluación de los sistemas de transporte, logística, habitabilidad y confort en el interior del campus. En resumen, este pilar busca proporcionar lugares de estancia cerrados y al aire libre en los que se pueda estudiar, reunirse y descansar. Esto implica que los espacios dentro de las universidades sean espacios sostenibles, integrados, tecnológicos, dinámicos y accesibles. También es importante que estos espacios permitan la cohabitabilidad con los sistemas ecoamigables.
- **Salud.** Enfocado de manera prioritaria en el concepto y en la aplicación de la salud inteligente. Principalmente se plantea métodos, mecanismos y tecnologías encaminados a gestionar de manera efectiva y eficiente los servicios médicos tanto preventivos como los que se orientan a la solución de patologías generadas dentro del campus. Esto implica dar asistencia integral de modo que se logre monitorear y mantener la salud comunitaria en coherencia con un medioambiente limpio y saludable. Se enfatiza en la integración de sistemas inteligentes que reporten el nivel de salud del campus (Muhamad *et al.*, 2017; Tsai y Yeh, 2015).
- **I+D+i.** Íntimamente ligado con el emprendimiento, que busca no solo desarrollar la economía del sector basado en la transferencia de conocimiento, sino también el fortalecimiento de la producción científica a nivel local, nacional, regional y global. Por otro lado, este pilar busca potenciar la ciencia desde la academia, incentivando la colaboración internacional para desarrollar proyectos con socios estratégicos con la finalidad de resolver problemas del medio y generar innovaciones y empresas.

A partir de los pilares descritos previamente, el objetivo que se plantea el estudio es elaborar un marco de trabajo basado en las buenas prácticas de universidades inteligentes reconocidas a nivel mundial, orientado a transformar una universidad tradicional en una universidad inteligente.

3. Método

Esta investigación se enmarcó bajo el diseño metodológico de tipo cualitativo. Una primera etapa del estudio fue abordada mediante el enfoque de una investigación documental a partir de la cual fue posible identificar las principales propuestas que planteaban marcos de trabajos para describir, modelar o evaluar una universidad inteligente. Para llevar a cabo el proceso de búsqueda se emplearon Scopus y Google Académico como fuentes de información, aplicando la siguiente cadena de búsqueda en español («marco de trabajo» y [«universidad» o «campus»] e «inteligente») y en inglés («*framework*» and «*smart*» and [«*university*» or «*campus*»]). La búsqueda se limitó al periodo 2010-2023. Además, como criterio de inclusión se consideraron solo aquellos estudios que planteaban un marco de trabajo o una descripción con cierto nivel de detalle de los criterios que forman una universidad inteligente. Posteriormente, tras el análisis del título, del resumen y del texto completo de los estudios recuperados, se seleccionaron 18 estudios: E1-E18 (véase cuadro 2).

El análisis de los estudios recuperados permitió identificar los principales criterios que una universidad inteligente contempla según los marcos de trabajo publicados en la literatura. A partir de este análisis se pudo direccionar la investigación de manera que el marco de trabajo desarrollado siguiera los siete pilares de una universidad inteligente propuestos por Galeano-Barrera *et al.* (2018): «educación», «ambiente», «sociedad», «gobernanza», «infraestructura y movilidad», «salud» e «I+D+i». Posteriormente, a partir del enfoque descriptivo, fue posible delimitar cada pilar del marco de trabajo en función de variables e indicadores. En el cuadro 2 se ilustra un resumen de las variables que contempla cada pilar del marco de trabajo, así como el número de indicadores planteados.

Cuadro 2. Estructura del marco de trabajo propuesto

Pilares	Indicadores
Educación	
Plataforma <i>e-learning</i> .	25
Laboratorio virtual para <i>e-learning</i> .	11
Plataforma <i>b-learning</i> .	19
Plataforma <i>m-learning</i> .	13
Plataforma <i>u-learning</i> .	6
Gestión académica.	18
Metodología de enseñanza-aprendizaje.	3
Proyecto educativo.	8
Internacionalización del currículo.	9
Ambiente	
Gestión de residuos.	12
Consumo y calidad del agua.	9
Calidad del aire.	7
Optimización de recursos energéticos.	8
Gestión de microclimas de interiores y exteriores.	10
Sociedad	
Vinculación.	17



Pilares	Indicadores
Gobernanza	
Transparencia.	20
Participación en la toma de decisiones.	9
Acreditaciones y certificaciones internacionales.	14
Infraestructura y movilidad	
Accesibilidad.	9
Infraestructura exterior.	12
Edificios y sistemas inmóviles.	15
Infraestructura de tecnologías de la información.	17
Salud	
Gestión de servicios sanitarios.	
I + D + i	
Recursos de I + D + i.	8
Fuentes de financiación.	8
Investigadores.	7
Recursos bibliométricos.	6
Gestión de la I + D + i.	23
Investigación formativa.	9

Fuente: elaboración propia a partir de los pilares de Galeano-Barrera *et al.* (2018).

Por otro lado, una segunda etapa del estudio estuvo enfocado en realizar una evaluación de una universidad real en términos de las variables e indicadores que contempló el instrumento de evaluación (cuestionario) propuesto. En este trabajo, se llevó a cabo un estudio de caso, en el que se aplicó el instrumento propuesto para determinar el alcance de una universidad real, la PUCESE, en términos de universidad inteligente.

La población del estudio estuvo comprendida por los diez departamentos que conforman la PUCESE según el organigrama de la estructura organizativa. Sin embargo, considerando que la propuesta del marco de trabajo estuvo enmarcada en los siete pilares de Galeano-Barrera *et al.* (2018), se aplicó la técnica de muestreo estratificado, de tal manera que, de los diez departamentos de la institución, se seleccionaron seis de ellos. El criterio para realizar esta selección estuvo determinado por su relación con las acciones que cada departamento aportaba en el

marco de trabajo propuesto para evaluar una universidad tradicional en término de universidad inteligente. Así, los seis departamentos seleccionados fueron los siguientes: Tecnología de la Información, Dirección Académica, Dirección de Investigación, Dirección de Vinculación, Dirección Administrativa y de Recursos Humanos y Jefatura de Calidad de la PUCESE.

En cuanto a las técnicas de investigación, en primera instancia se empleó la observación, con el propósito de determinar de manera empírica el alcance de la infraestructura y los servicios que ofrecía la PUCESE. Además, como medio principal de recolección de datos, se empleó la técnica de la entrevista estructurada con los jefes de los seis departamentos que formaron parte de la muestra. Para implementar la entrevista se desarrolló un cuestionario especializado basado en las variables listadas en el cuadro 2. Ambas técnicas se aplicaron de manera presencial en la IES sujeta a estudio.

El instrumento propuesto permitió determinar cuáles son los servicios, los procesos, la infraestructura y los sistemas de información que debe cumplir una universidad para denominarse «universidad inteligente». El instrumento descrito en <https://n9.cl/n4zgj> fue validado por expertos en educación y calidad de la educación superior a través de otro instrumento que empleó la escala de Likert. Sin embargo, para evaluar los pilares a través del cuestionario elaborado se usó una escala de siete niveles, que va desde el no cumplimiento (0) hasta estar certificado (6) (véase cuadro 3).

Cuadro 3. Escala propuesta para la evaluación de los pilares de una universidad inteligente

Escala	Descripción
0	No cumple.
1	Está planificado/en proyecto.
2	Cumple parcialmente.
3	Está implementado.
4	Está en proceso de optimización o mejora.
5	Cumple de manera exitosa.
6	Está en proceso de certificación internacional.

Fuente: elaboración propia.

Por último, los datos recolectados a partir de la aplicación del instrumento propuesto en este estudio fueron resumidos a través de gráficos estadísticos de barras. También se usó la media aritmética para determinar el promedio obtenido en la evaluación de cada una de las variables y de los siete pilares en términos de universidad inteligente alcanzados por la PUCESE. El resumen especificado fue automatizado en Microsoft Excel.

4. Resultados

Se aplicó el cuestionario elaborado en un contexto real, la PUCESE. En el cuadro 4 se muestra un resumen del puntaje obtenido en cada uno de los pilares evaluados.

Cuadro 4. Resultados de la evaluación de los pilares de una universidad inteligente en PUCESE

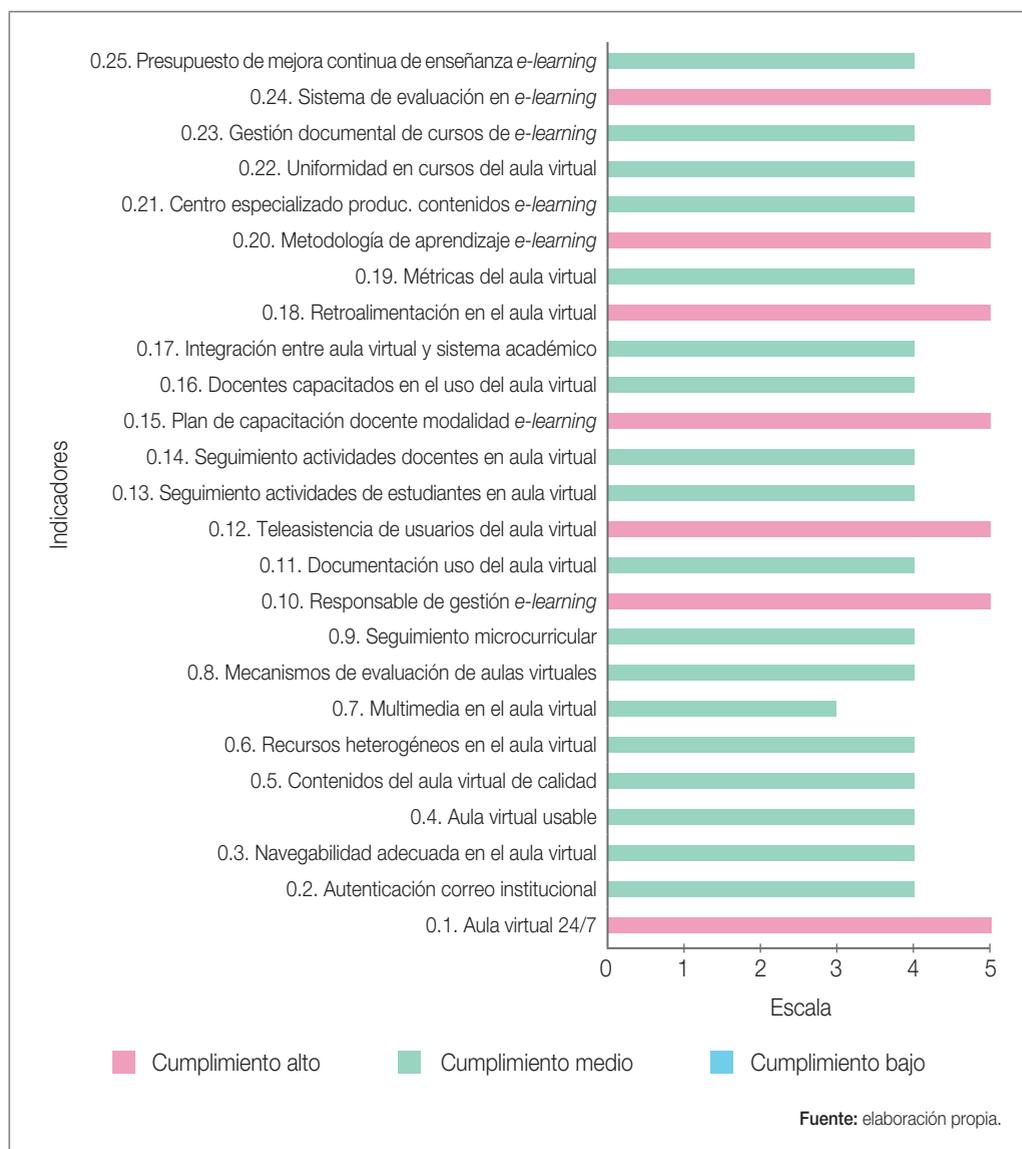
Pilar	Media	Máximo
Promedio del pilar «educación»	3,86	6
Promedio del pilar «ambiente»	0,74	6
Promedio del pilar «sociedad»	3,76	6
Promedio del pilar «gobernanza»	3,75	6
Promedio del pilar «infraestructura y movilidad»	3,18	6
Promedio del pilar «salud»	3,05	6
Promedio del pilar «I+D+i»	1,88	6
Promedio general	2,86	6

Fuente: elaboración propia.

4.1. Pilar «educación»

La PUCESE alcanzó una media de 3,86 en este pilar. La variable «plataforma *e-learning*» (véase figura 1) alcanzó una media de 4,24. Se evidenció que la institución cuenta con una plataforma de enseñanza virtual que cumple de manera exitosa su función y tiene disponibilidad 24 horas/7 días a la semana, posee teleasistencia para los usuarios y, además, cuenta con un plan de capacitación para docentes. También implementa mecanismos de retroalimentación de las actividades realizadas por los estudiantes, una metodología de aprendizaje adaptativo y sistemas de evaluación. Sin embargo, debe mejorar los mecanismos de autenticación, la navegabilidad y la usabilidad. Asimismo, la PUCESE implementa herramientas de seguimiento automático de las actividades estudiantes/docentes e integra un sistema académico institucional. Es importante que la plataforma integre contenidos multimedia estandarizados para mejorar su imagen institucional. La descripción de los indicadores tanto de este pilar como del resto puede verse en <https://n9.cl/n4zgl>.

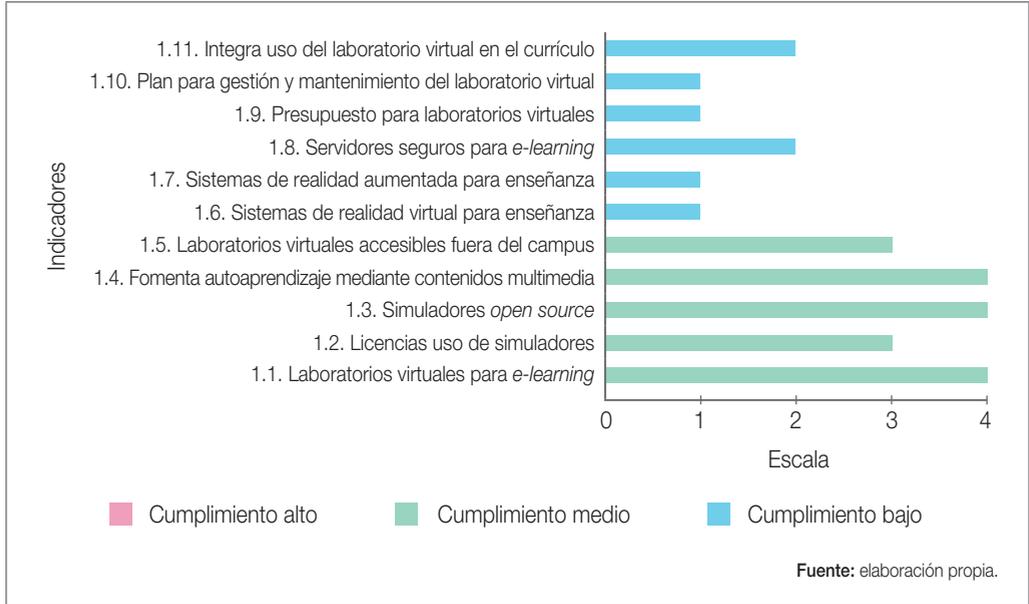
Figura 1. Pilar «educación». Evaluación de la variable «plataforma e-learning»



La variable «laboratorio virtual» (véase figura 2) fue calificada con un valor de 2,36. Se observa que la PUCESE dispone de algunos laboratorios virtuales con simuladores distribuidos bajo licencia de código abierto y contenidos multimedia que modelan la realidad en espacio virtual. Esto se evidencia especialmente en las carreras tecnológicas, como ocurre, por ejemplo, en Ingeniería en Tecnologías de la Información. No obstante, la institución debe apostar

para que todas las carreras integren este tipo de elementos dentro del microcurrículo y de las estrategias pedagógicas que los docentes pueden aplicar en los escenarios de aprendizaje.

Figura 2. Pilar «educación». Evaluación de la variable «laboratorio virtual»



La variable «plataforma *b-learning*» (véase figura 3) alcanzó una media de 3,63. La plataforma de enseñanza virtual permite interactuar a los alumnos con sus docentes de manera asincrónica, dejando la parte sincrónica (reuniones) de forma externa a la plataforma. Además, la institución está suscrita a bibliotecas virtuales especializadas que permiten a los docentes planificar sus sílabos y a los estudiantes acceder a contenidos bibliográficos. Por el hecho de tratarse de una plataforma propiamente de *e-learning*, esta debe integrar mejoras de adaptación a la enseñanza en esta modalidad. Aspectos como teletutorías, refuerzo del aprendizaje y mecanismos de actividades sincrónicas todavía deben lograrse.

En términos de la variable «plataforma de *m-learning*» (véase figura 4), se obtuvo un puntaje de 3,69. La institución cuenta con metodologías para el aprendizaje en este entorno y con servicios y herramientas optimizadas para ser usadas en dispositivos móviles. Sin embargo, se deben hacer esfuerzos para integrar técnicas de gamificación, metodologías de aprendizaje adaptativo, y para proveer de un entorno más amigable y atractivo al usuario. También se requiere implementar mecanismos para hacer seguimiento y monitoreo de las asignaturas impartidas bajo esta modalidad. Otro aspecto importante es la calidad de los contenidos. La institución debe trabajar en la creación de un centro especializado de producción de contenidos que apoyen a cualquier otra modalidad de aprendizaje.

Figura 3. Pilar «educación». Evaluación de la variable «plataforma *b-learning*»

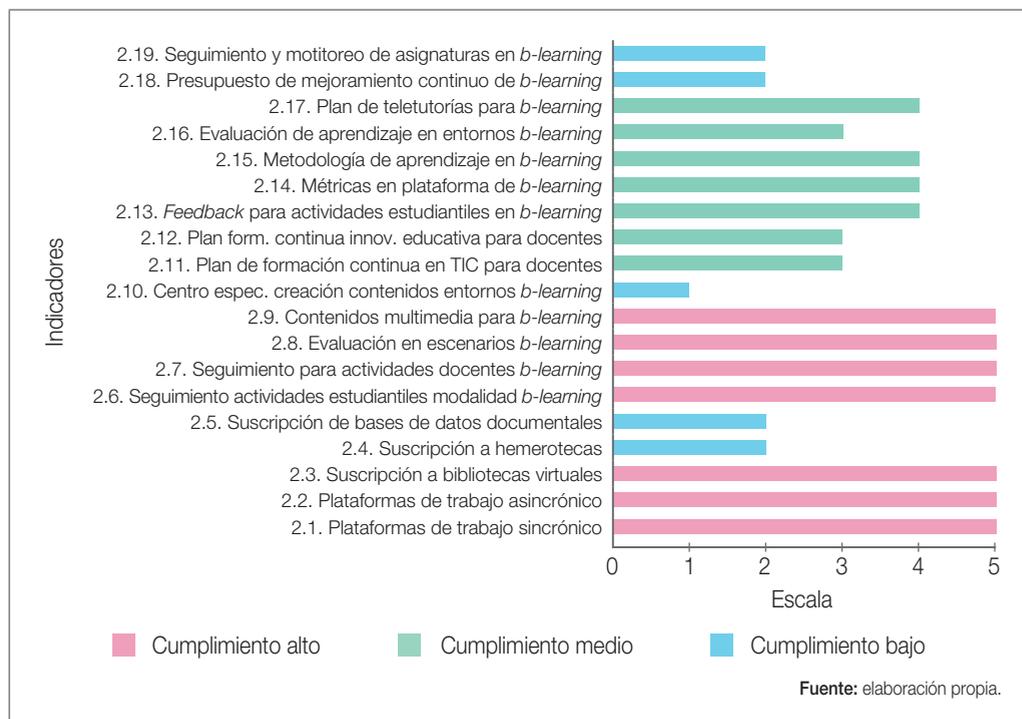
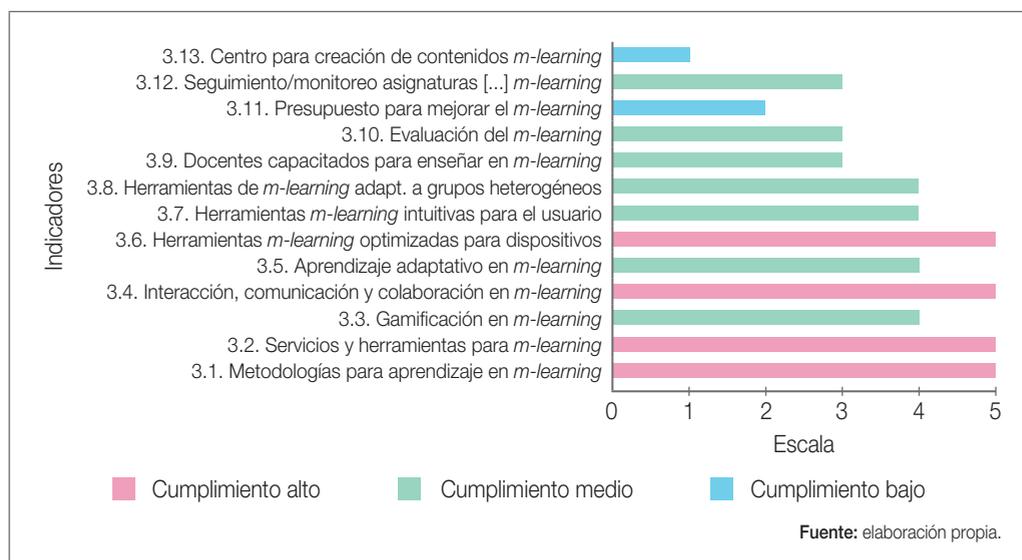
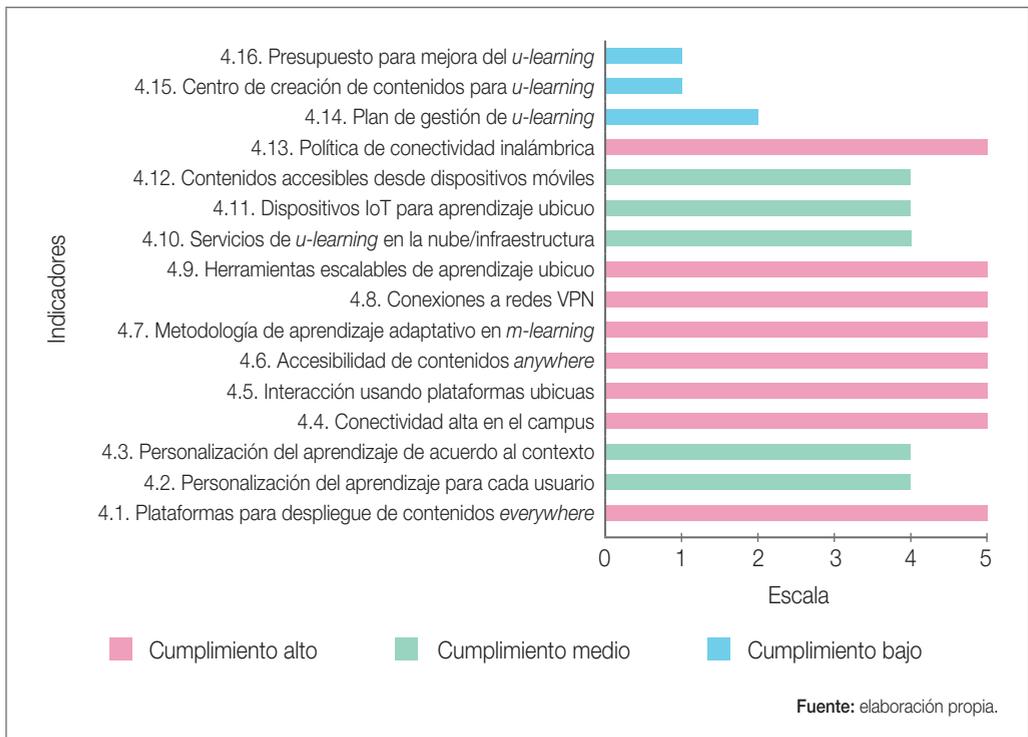


Figura 4. Pilar «educación». Evaluación de la variable «plataforma *m-learning*»



La variable «plataforma *u-learning*» (véase figura 5) alcanzó una media de 3,88. En este caso, la PUCESE puede implementar tecnologías que posibiliten el despliegue de contenidos en todas partes, ya que cuenta con cobertura de red inalámbrica. No obstante, se está lejos de contar con sistemas integrados que personalicen el aprendizaje de acuerdo con cada usuario; no así en términos del contexto, ya que los sistemas se adaptan a la tecnología empleada (por ejemplo, conexión a red, dispositivo, ubicación, etc.). Por otro lado, la institución debe invertir en las tecnologías del internet de las cosas en el campus para aprovechar los beneficios actuales de las redes inalámbricas.

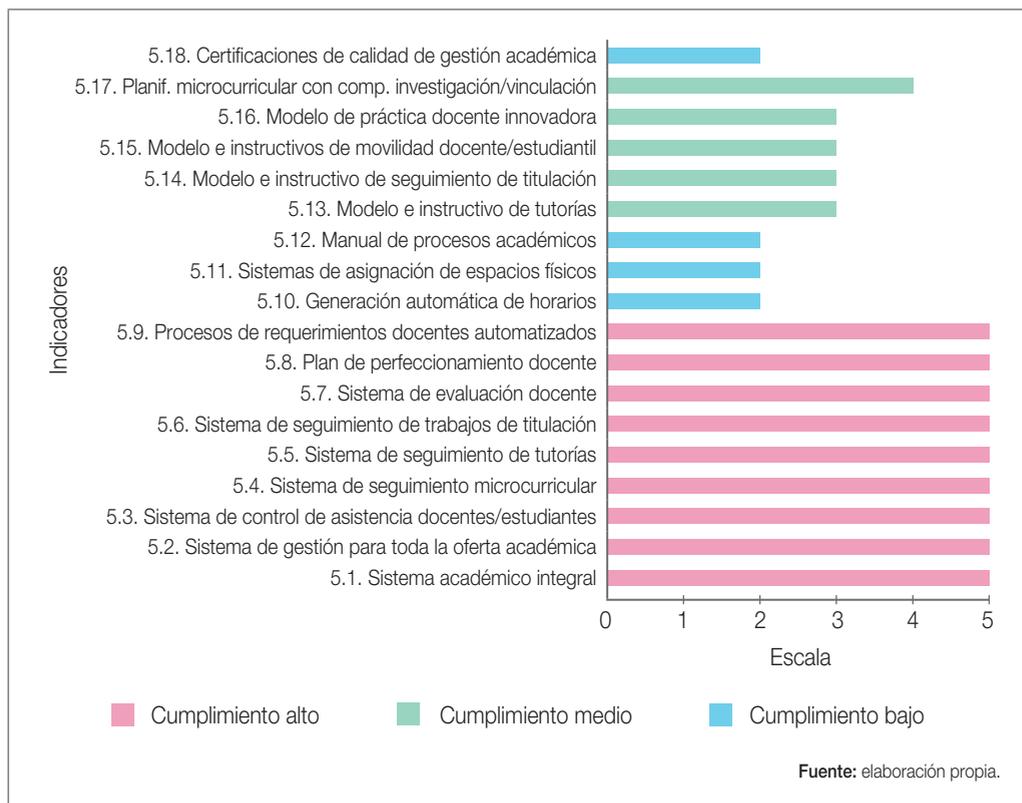
Figura 5. Pilar «educación». Evaluación de la variable «plataforma *u-learning*»



La variable «gestión académica» (véase figura 6) alcanzó una media de 3,83. Dentro de esta variable, la PUCESE implementa un sistema académico integral (Banner), un sistema de control de asistencia a estudiantes y docentes y un sistema para realizar un seguimiento microcurricular de tutorías y trabajos de titulación en todos los programas y en todas las modalidades. La PUCESE también integra la planificación microcurricular de los programas de carreras, la investigación y la vinculación con la sociedad. Sin embargo, cumple parcialmente con la generación del sistema automático de horarios y espacios físicos y con el manual de procesos académicos.

En relación con la variable «metodología de enseñanza-aprendizaje», la PUCESE alcanzó una media de 5. La institución implementa diferentes metodologías y teorías de aprendizaje que garantizan que los procesos de aprendizaje sean efectivos, con docentes capacitados, y una unidad que planifica, monitorea y evalúa la aplicación de las metodologías y de las teorías de aprendizaje. Sin embargo, se debe mejorar en la implementación de metodologías innovadoras para posicionarse como un referente local y nacional.

Figura 6. Pilar «educación». Evaluación de la variable «gestión académica»



En la figura 7 se observan los resultados alcanzados por la PUCESE respecto a la variable «proyecto educativo». La media es de 4,13. Como fortaleza, la institución dispone de herramientas automatizadas para realizar un seguimiento preciso de los presupuestos de los proyectos educativos. No obstante, se evidencia debilidad para realizar tareas de gestión educativa. La institución está en proceso de mejora para implementar un plan de seguimiento, evaluación y planificación de los proyectos educativos. Algunos aspectos no se encuentran automatizados.

Finalmente, la variable «internacionalización del currículo» (véase figura 8) obtuvo una media de 4. La PUCESE dispone de asignaturas orientadas, en idiomas extranjeros, con do-

centes que han realizado sus estudios de posgrado internacional. Además, posee convenios de cooperación académica y oferta educativa competitiva con instituciones internacionales. Está en proceso de mejora la implementación de un plan de estudio de asignaturas de cultura y conocimiento en contextos internacionales. Entre los aspectos que debe mejorar, destaca la creación de programas en conjunto con IES extranjeras para doble titulación, prácticas e intercambios estudiantiles y docentes. Aunque se llevan a cabo intercambios, estos son pocos.

Figura 7. Pilar «educación». Evaluación de la variable «proyecto educativo»

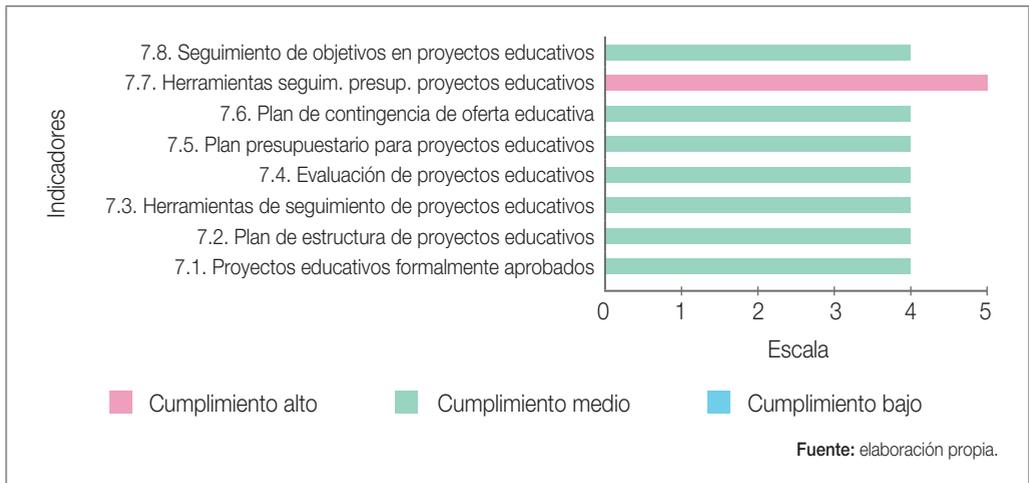
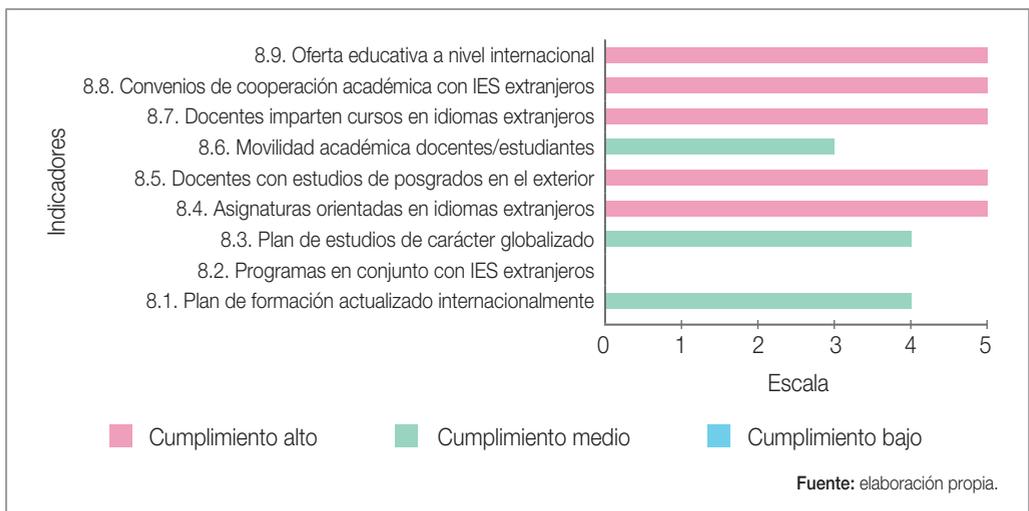


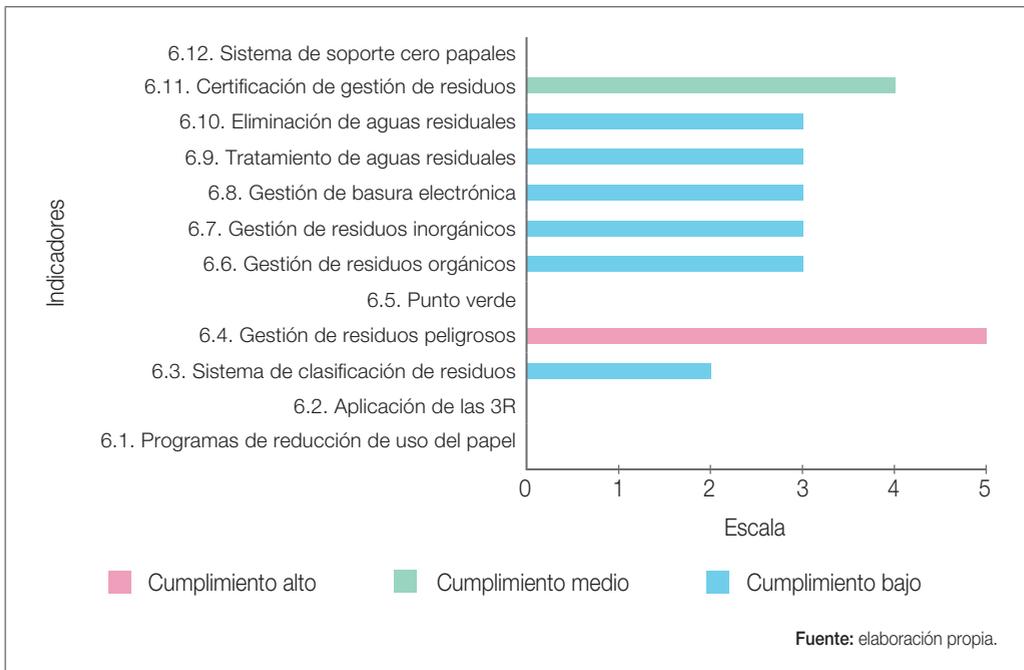
Figura 8. Pilar «educación». Evaluación de la variable «internacionalización del currículo»



4.2. Pilar «ambiente»

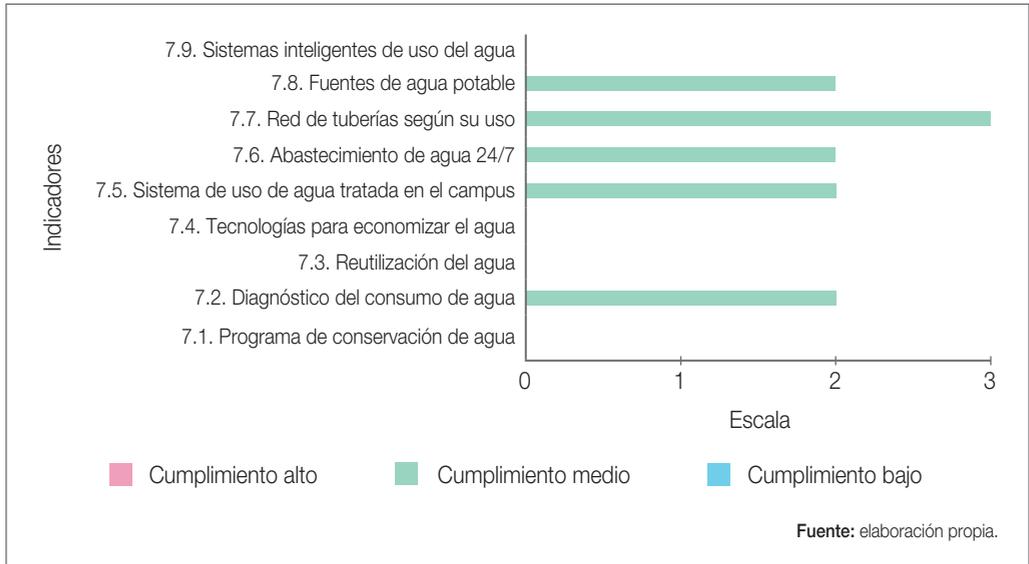
La media obtenida por la PUCESE para este pilar fue de 0,74. La figura 9 muestra los valores obtenidos por cada uno de los indicadores de la variable «gestión de residuos», que alcanzó una puntuación de 2,17. La institución cuenta con un procedimiento para la gestión integral de residuos peligrosos en todo el campus y tiene implementado un sistema de gestión integral (recolección, almacenamiento y transporte) de residuos orgánicos, inorgánicos y de basura electrónica generada en el campus. No obstante, tiene pendiente la creación de un sistema de tratamiento para la eliminación de aguas residuales. Por otro lado, la institución cumple de manera parcial con la disponibilidad de un sistema de clasificación de residuos en el campus. No implementa un programa para reducir el uso de papel y plástico, no aplica la regla de las 3R, ni cuenta con puntos ecológicos.

Figura 9. Pilar «ambiente». Evaluación de la variable «gestión de residuos»



En la figura 10, se presenta el resultado de la variable «consumo y calidad del agua», la cual obtuvo una media de 1,22. La PUCESE tiene implementada tuberías de la red de abastecimiento de agua según su uso. Cumple parcialmente con la disponibilidad de un sistema de abastecimiento de agua potable 24 horas/7 días a la semana. Sin embargo, no implementa tecnologías eficientes para el uso responsable del agua.

Figura 10. Pilar «ambiente». Evaluación de la variable «consumo y calidad del agua»



La variable «calidad del aire» obtuvo una media de 0. Los resultados de cada indicador evidencian que la PUCESE tiene debilidades porque no aplica medidas de control sobre la contaminación dentro del campus. El campus tampoco implementa ni programas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, ni un plan para la gestión de la calidad del aire. Además, el campus no promueve programas de educación ambiental. Es importante señalar que el campus tiene un aspecto positivo relacionado con la disponibilidad de zonas verdes que minimizan la contaminación del aire.

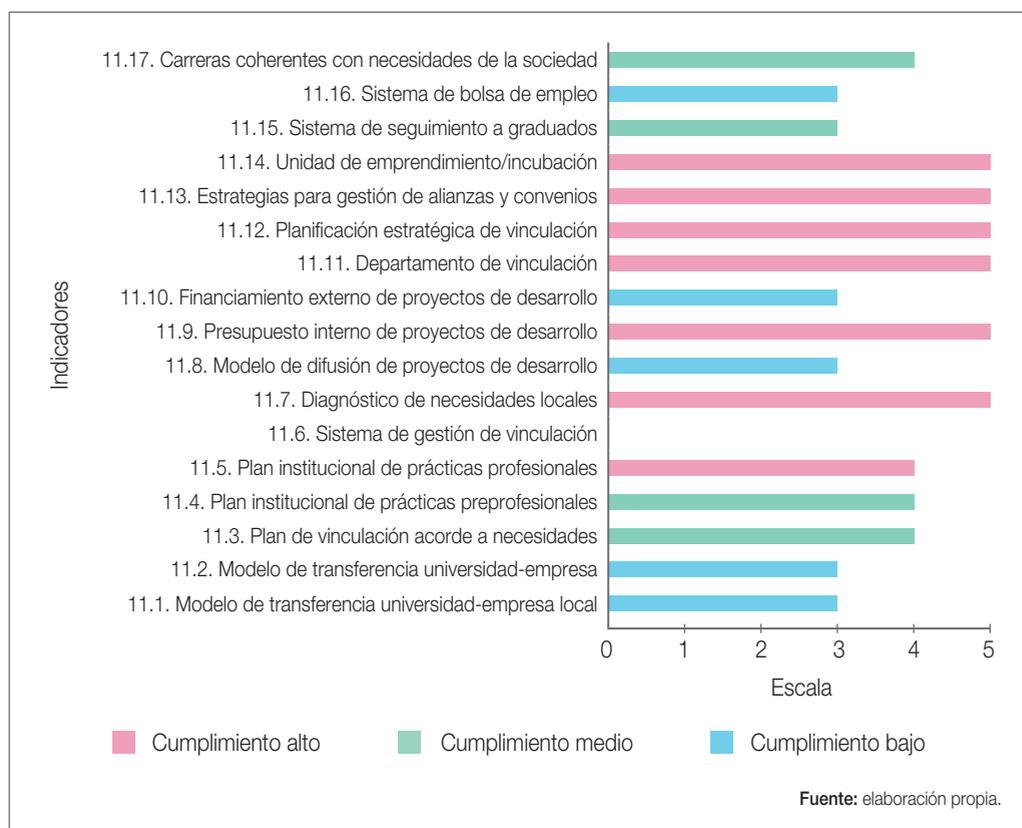
La variable «optimización de recursos energéticos» también obtuvo una media de 0. En esta variable, la institución es débil debido a que no utiliza sistemas de energías renovables, ni gestiona de forma automática ni ecológica la iluminación y los equipos eléctricos instalados en el campus. Además, no mantiene constante una tendencia hacia las tecnologías verdes. Tampoco crea políticas de concienciación de ahorro de energía en el campus.

Para finalizar este pilar, se tiene la variable «gestión de microclimas de interiores y exteriores», con una media de 0,3. En esta variable, la institución tiene implementado solo el sistema de extracción de olores en el campus (comedor). Pero no dispone de un ambiente confortable (térmico/lumínico) en las diferentes áreas del campus: aulas, edificios administrativos, laboratorios físicos, sala de centro de datos, bibliotecas, salas de archivos físicos, comedores, salas de conferencias y auditorios. Además, la institución tampoco cuenta con un sistema de monitoreo y control de contaminación acústica en el campus.

4.3. Pilar «sociedad»

La PUCESE alcanzó una media de 3,76 en este pilar. En la figura 11 se evidencia que la universidad tiene un presupuesto interno para la ejecución de proyectos. Además, la institución cuenta con un departamento de vinculación con la sociedad y con un plan para gestionar las acciones de vinculación en territorio. También posee estrategias para crear alianzas con empresas, industrias y organizaciones. Asimismo, se dispone de una unidad de emprendimiento alineada a los programas ofertados.

Figura 11. Pilar «sociedad». Evaluación de la variable «vinculación»

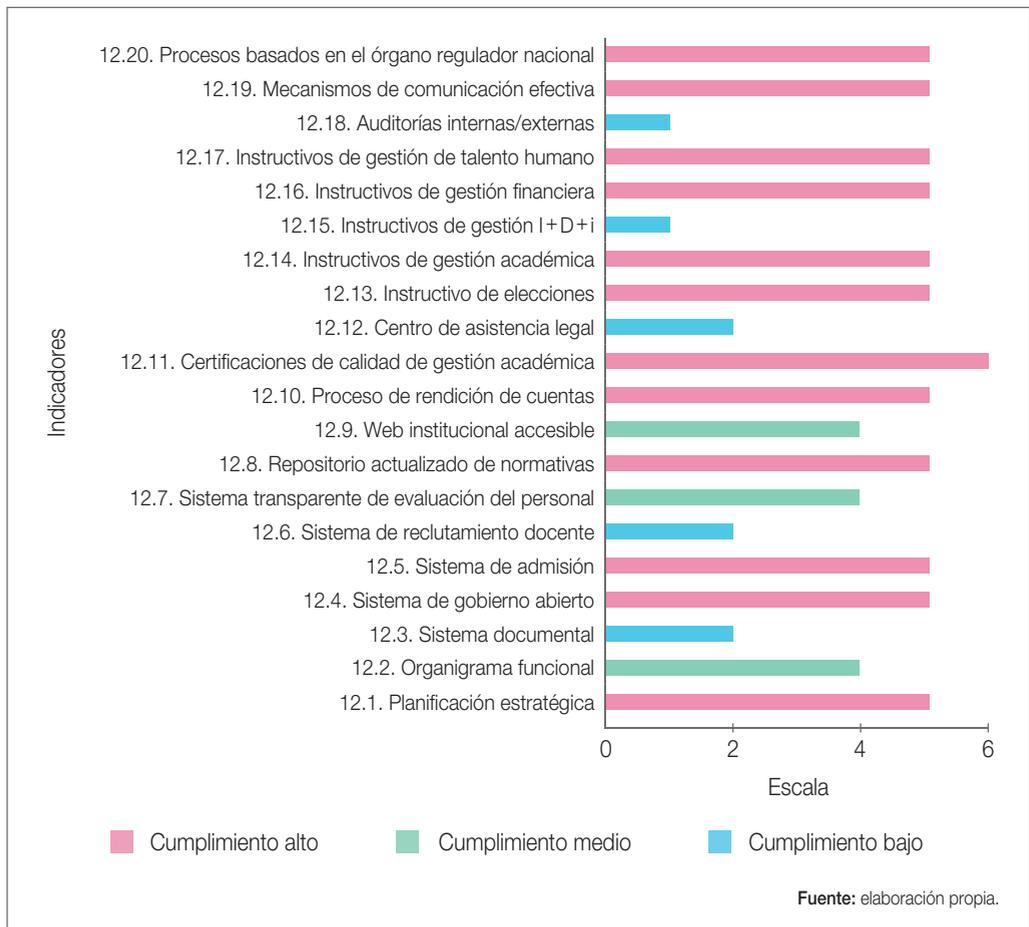


Actualmente, está en proceso la implementación de un plan de vinculación con la sociedad a nivel institucional acorde a las necesidades de la comunidad. Sin embargo, sí se implementa un plan institucional de prácticas preprofesionales para estudiantes de acuerdo con los perfiles de las carreras (grados), no siendo así en el caso de posgrado. No obstante, no implementa sistemas efectivos de gestión de bolsa de empleo y de seguimiento a los graduados.

4.4. Pilar «gobernanza»

La PUCESE alcanzó una media de 3,75 en este pilar. La variable «transparencia» obtuvo un valor de 4,05 (véase figura 12). La PUCESE está trabajando en la definición del organigrama funcional académico, un sistema de gobierno abierto, un sistema de admisión de estudiantes, un repositorio de normativas e instructivos actualizado y en la realización de la rendición de cuentas de manera periódica. Se ha implementado parcialmente un sistema documental que conserve y difunda documentos e información en soporte físico y digital de los procesos de la institución. Como debilidad, la PUCESE no dispone de instructivos actualizados de gestión de investigación e innovación educativa y debe aplicar procesos de auditoría interna y externa en todas las instancias del campus.

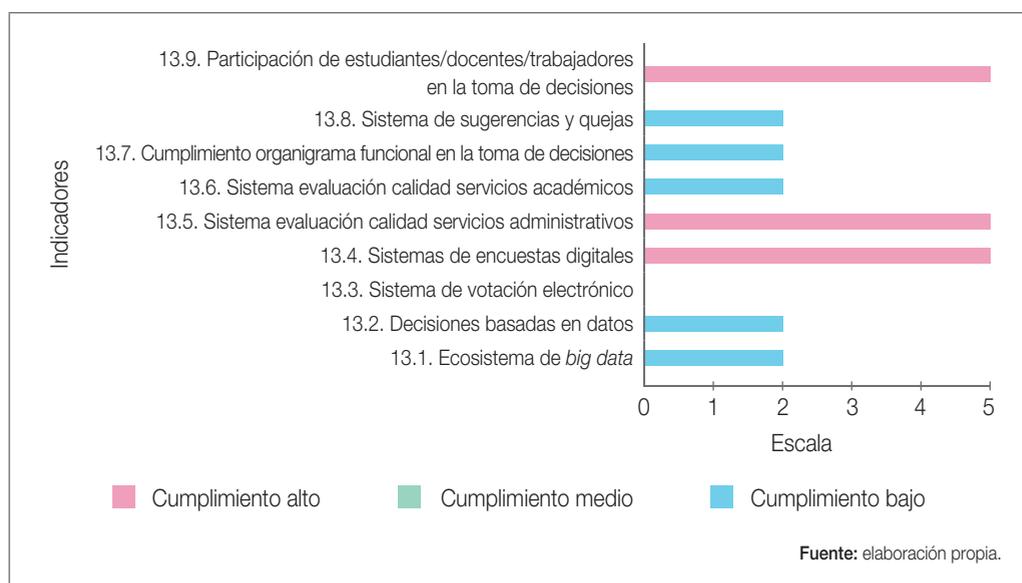
Figura 12. Pilar «gobernanza». Evaluación de la variable «transparencia»



La variable «participación en la toma de decisiones» fue valorada con una media de 2,78 (véase figura 13). La PUCESE tiene como fortaleza la implementación de un sistema especializado para realizar encuestas electrónicas, además de un sistema de evaluación de la calidad de los servicios académicos ofertados. También cuenta con la participación de representantes de estudiantes, docentes y trabajadores en la toma de decisiones. Sin embargo, como debilidad se ha detectado que la institución no posee un sistema de votación electrónica.

La PUCESE implementa un sistema académico integral (Banner), un sistema de control de asistencia a estudiantes y docentes, así como un sistema para realizar un seguimiento microcurricular de tutorías y trabajos de titulación en todos los programas y en todas las modalidades

Figura 13. Pilar «gobernanza». Evaluación de la variable «participación en la toma de decisiones»



Terminando con el pilar gobernanza, en la variable «acreditaciones y certificaciones internacionales», la PUCESE obtuvo una media de 4,4 (véase figura 14).

La PUCESE cuenta con procesos de mejora para la implementación de herramientas de gestión de la información de procesos de acreditaciones nacionales, dispone de evidencias que garantizan la calidad de la infraestructura física del campus y, además, dispone

Una de las debilidades de la PUCESE es que no dispone de un sistema de apoyo en la toma de decisiones basado en indicadores clave de rendimiento

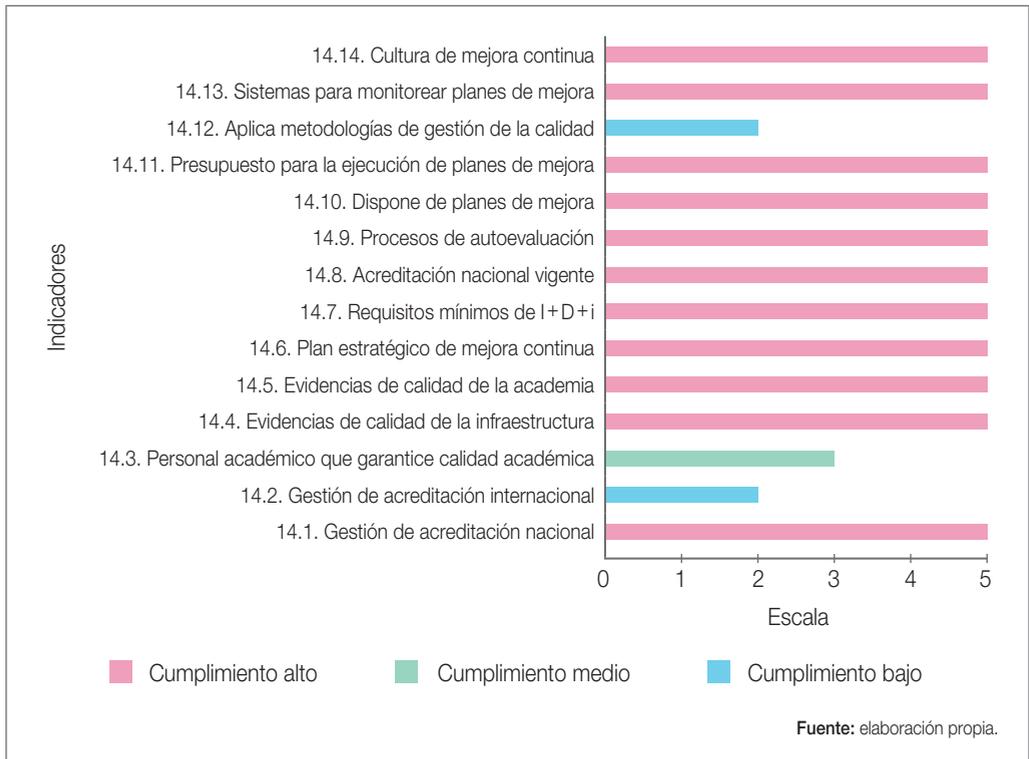
de una planificación para la mejora continua de la calidad del campus. A fecha de hoy, hay que destacar que la institución se encuentra también acreditada a nivel nacional y ejecuta procesos de autoevaluación de forma planificada y de manera continua.

Sin embargo, reseñamos que la institución cumple solo parcialmente con la implementación de herramientas para gestionar procesos de acreditación y metodologías para la gestión de la calidad basadas en procesos.

El modelo de acreditación del Consejo de Educación Superior del Ecuador ha permitido que la PUCESE haya implantado un estándar de calidad nacional. Sin embargo, para lograr convertirse en una universidad inteligente requiere invertir en sistemas automáticos de última generación

La institución cumple de forma parcial con la implementación de herramientas para gestionar procesos de acreditación y metodologías para la gestión de la calidad basadas en procesos

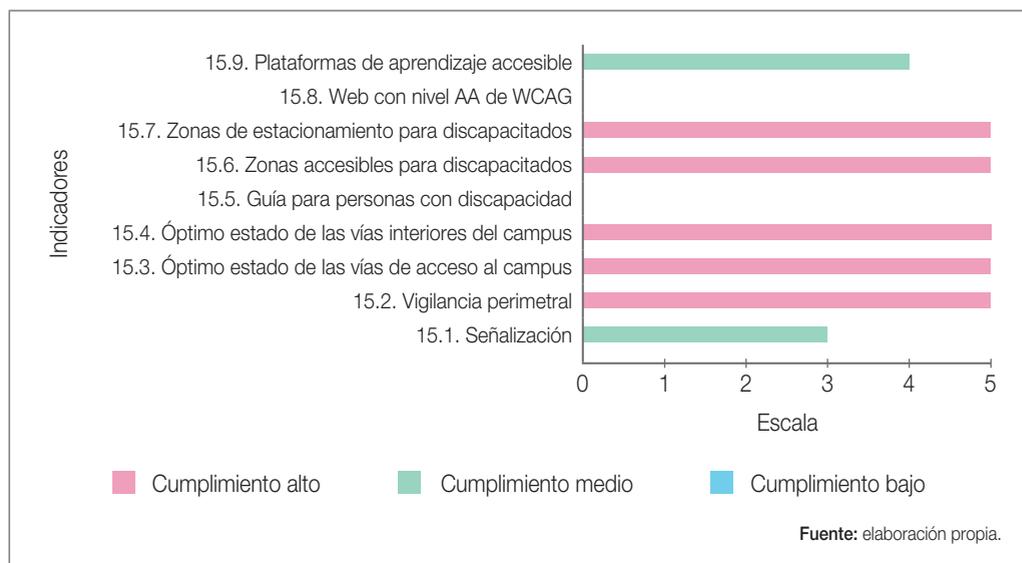
Figura 14. Pilar «gobernanza». Evaluación de la variable «acreditaciones y certificaciones internacionales»



4.5. Pilar «infraestructura y movilidad»

La PUCESE obtuvo una media de 3,18 en este pilar (véase figura 15). En términos de accesibilidad, la institución alcanzó una media de 3,56. Entre sus fortalezas, destaca la instalación tecnológica de vigilancia (circuito cerrado de monitoreo 24 horas/7 días a la semana) con vías de acceso y conexión en el interior del campus en óptimo estado.

Figura 15. Pilar «infraestructura y movilidad». Evaluación de la variable «accesibilidad»

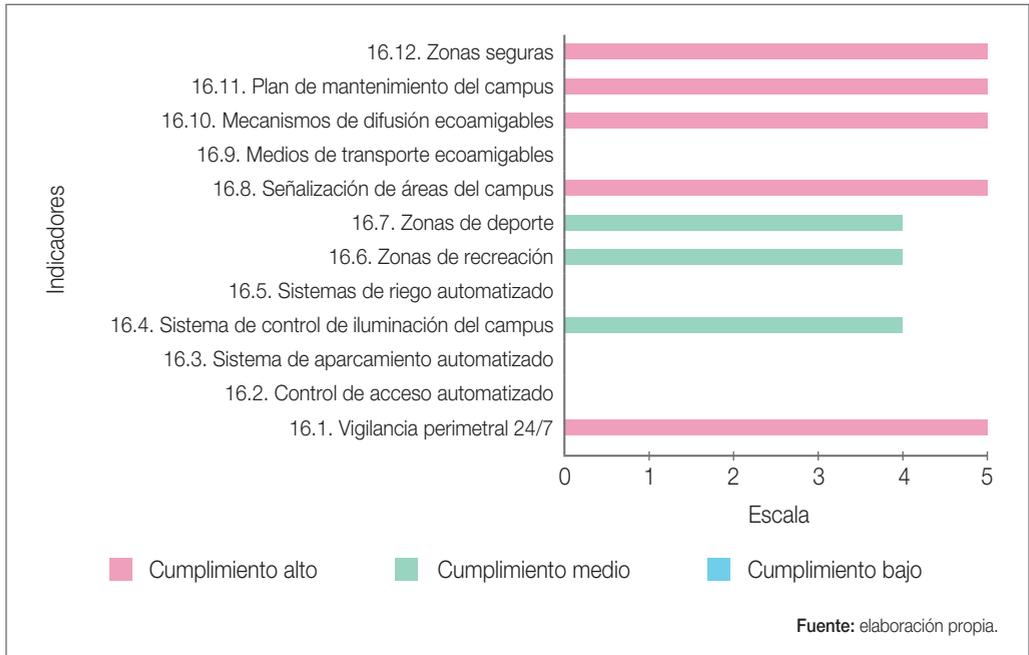


Además, posee zonas accesibles para que personas con discapacidad puedan usar parte de la infraestructura de enseñanza, no siendo efectivas las de acceso a edificios u oficinas administrativas. También posee zonas con parques, aunque no organizados de manera efectiva. Se resalta como debilidad el hecho de no tener un buen mecanismo de guía para personas con discapacidad auditiva, visual y movilidad reducida, aunque sí se dispone de una web accesible a nivel AA según la WCAG.

La variable «infraestructura exterior» obtuvo una media de 3,08 (véase figura 16). La institución cumple exitosamente con la instalación de vigilancia perimetral. Además, cuenta con señalización en las áreas del campus. Asimismo, implementa un plan para el mantenimiento y el aseo de la infraestructura exterior del campus (césped, piletas, plantas, etc.) y dispone de zonas seguras ante catástrofes naturales. También tiene implementadas, pero no aplicadas, zonas de recreo-deportes para estudiantes y trabajadores del campus. Sin embargo, no dispone de sistemas de control de acceso automatizado, gestión de aparca-

miento automatizado y control de iluminación. Tampoco cuenta con un medio de transporte alternativo y ecoamigable para la movilización dentro del campus, aunque, al no ser demasiado grande, no es un aspecto relevante.

Figura 16. Pilar «infraestructura y movilidad». Evaluación de la variable «infraestructura exterior»



La variable «sistemas inmóticos» obtuvo un valor de 2,8 (véase figura 17). Los edificios de la PUCESE cuentan con una adecuada conexión a intranet e internet a través de redes cableadas e inalámbricas, así como con una distribución adecuada de las aulas acorde al número de estudiantes. Además, dispone de un sistema de gestión de incendios dentro de los edificios. Como debilidad, la institución no tiene un centro de control de sistemas inmóticos ni de sistemas de gestión inteligente de iluminación e inundación dentro de los edificios. Finalmente, es importante señalar que los edificios no están certificados bajo ninguna normativa ambiental.

Los edificios de la PUCESE tienen una adecuada conexión a intranet e internet a través de redes cableadas e inalámbricas, así como una distribución adecuada de las aulas acorde al número de estudiantes

La variable «infraestructura de TIC» alcanzó una media de 3,29 (véase figura 18). La PUCESE cuenta con una velocidad de conectividad a internet óptima y que satisface las

necesidades de los usuarios. Además, los edificios se encuentran interconectados a la intranet a través de una red local (LAN). También dispone de licencias de *software* propietario para el desarrollo de *software* o gestión de tecnologías de la información. Tiene en proceso de mejora la implementación de un centro de procesamiento de datos para la gestión de plataformas de aprendizaje y de sistemas informáticos para la gestión de los departamentos de la institución (por ejemplo, pago electrónico). Como debilidad destacamos que no implementa tecnologías de identificación para optimizar procesos en la institución (por ejemplo, abrir y cerrar puertas, realizar préstamo de libros, acceso a ordenadores de los laboratorios de cómputo, entre otros).

En cuanto a la variable «infraestructura de TIC», la PUCESE dispone de una velocidad de conectividad a internet óptima que satisface las necesidades de los usuarios. Como debilidad destacamos que no implementa tecnologías para optimizar procesos en la institución

Figura 17. Pilar «infraestructura y movilidad». Evaluación de la variable «edificios y sistemas inmóticos»

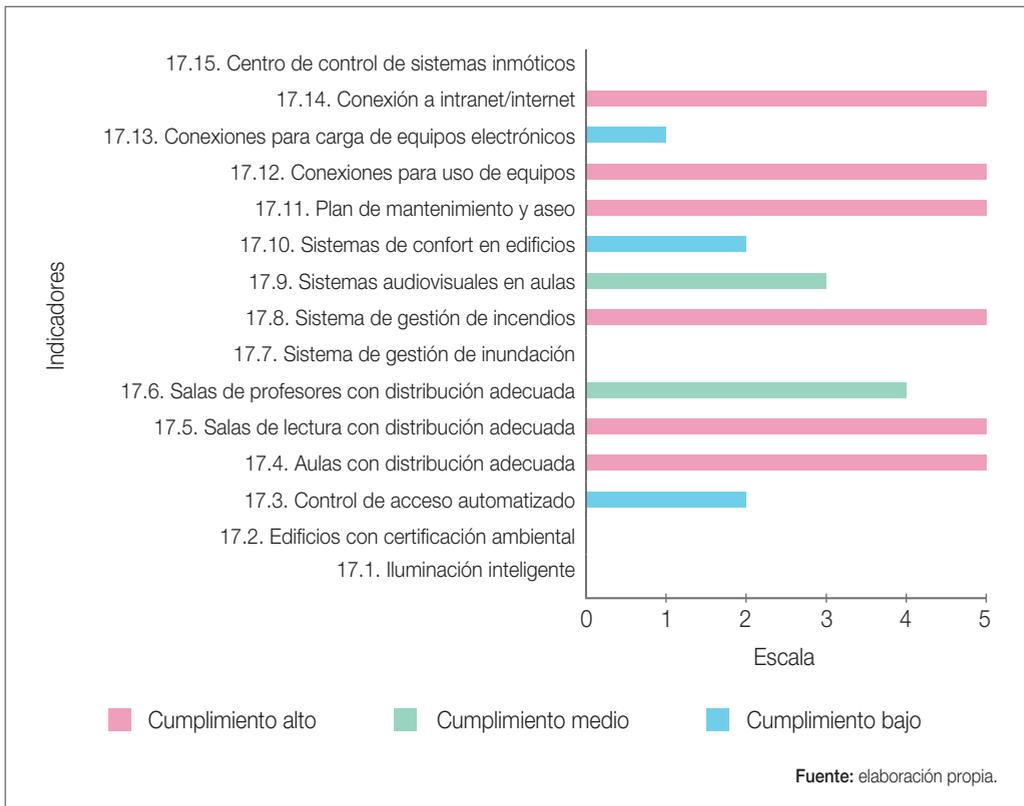
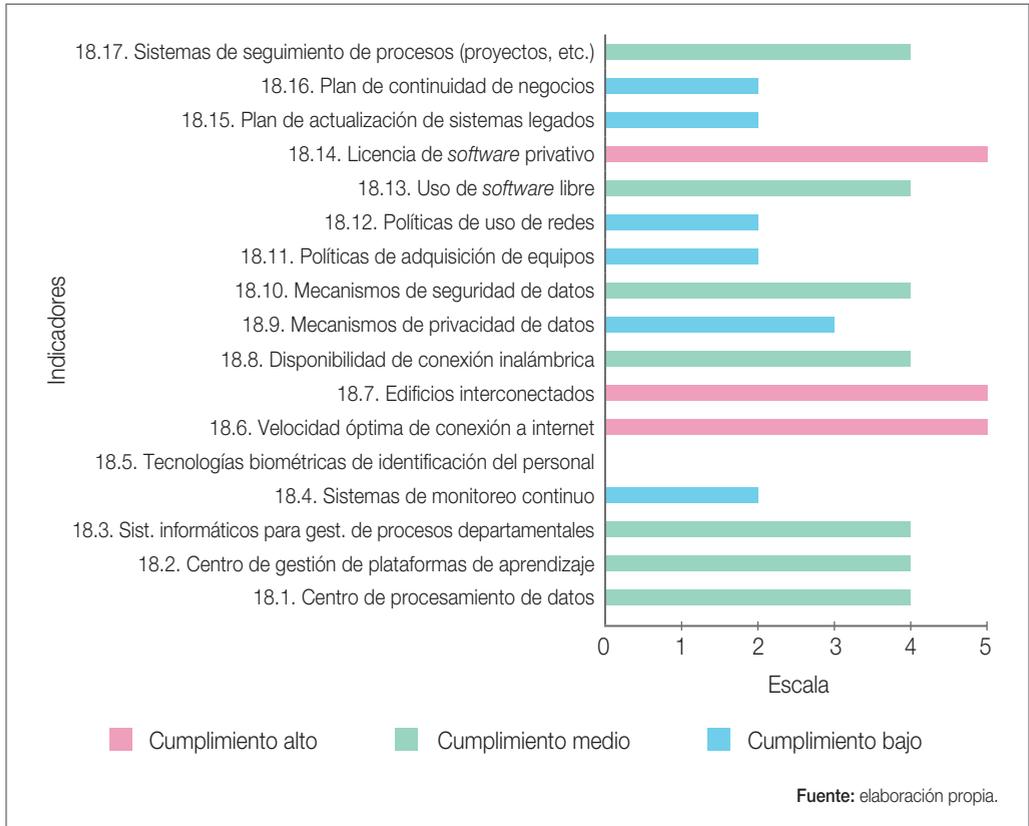


Figura 18. Pilar «infraestructura de TIC». Evaluación de la variable «infraestructura de TIC»



4.6. Pilar «salud»

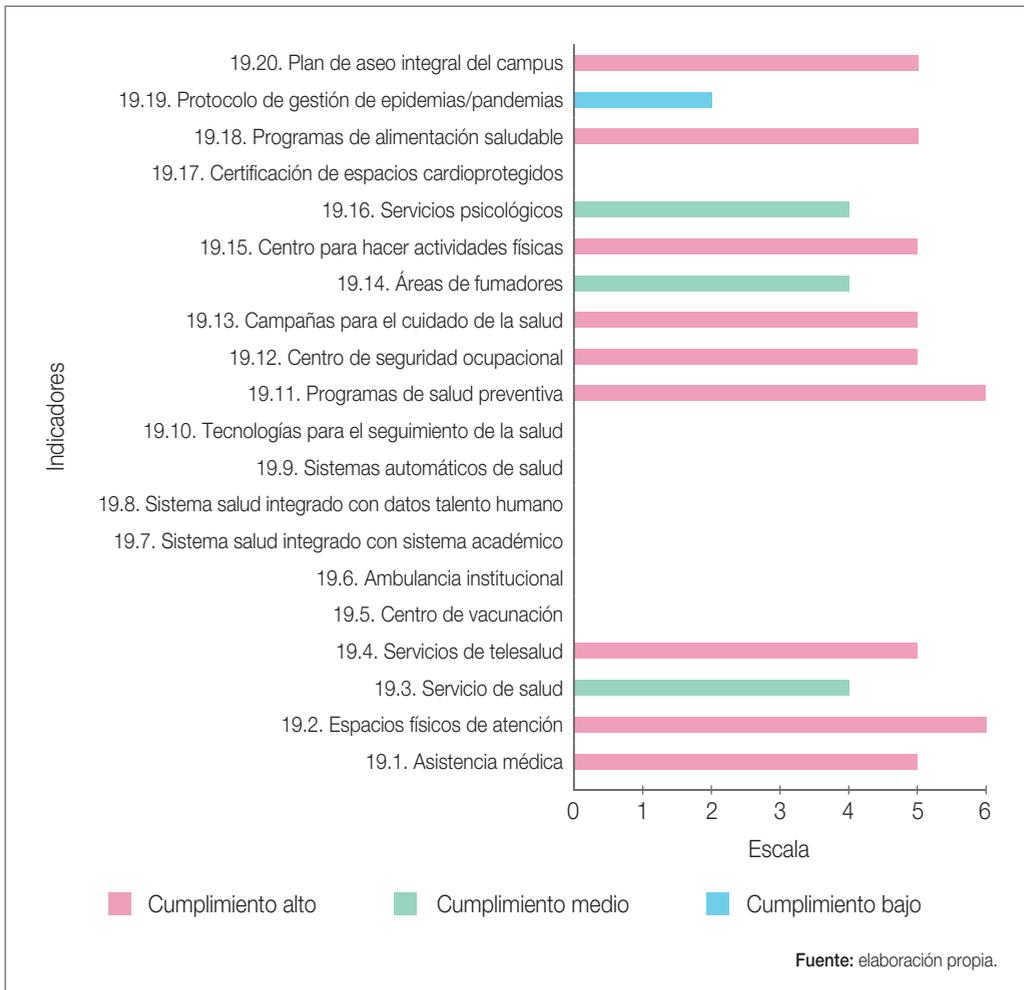
La PUCESE alcanzó un valor medio de 3,05 (véase figura 19) en el pilar «salud». En relación con la variable «gestión de servicio sanitario», la institución dispone de espacios físicos adecuados y certificados para la gestión de servicios de salud (aplicado durante la pandemia) y emergencias clínicas en el campus. Dispone de servicios de telesalud y realiza campañas de orientación para el cuidado de la salud. Asimismo, implementa espacios físicos para que estudiantes y trabajadores del campus puedan realizar sus actividades físicas. Sin embargo, entre sus debilidades destacan no disponer de un centro de ambulancia para el transporte de pacientes críticos.

La PUCESE dispone de servicios de telesalud y realiza campañas de orientación para el cuidado de la salud. Asimismo, implementa espacios físicos para que estudiantes y trabajadores puedan realizar actividades físicas

ticos a las casas de salud cercanas y no implementar sistemas informáticos de gestión de salud integrados con el sistema académico y el sistema de talento humano. El departamento médico no gestiona sus procesos a través de sistemas informáticos especializados, ni tampoco utiliza tecnologías emergentes para realizar seguimiento e historias de salud.

Entre las debilidades de esta institución destacan no disponer de un centro de ambulancia para el transporte de pacientes críticos a las casas de salud cercanas y no implementar sistemas informáticos de gestión de salud integrados con el sistema académico y el sistema de talento humano

Figura 19. Pilar «salud». Evaluación de la variable «gestión de servicio sanitario»

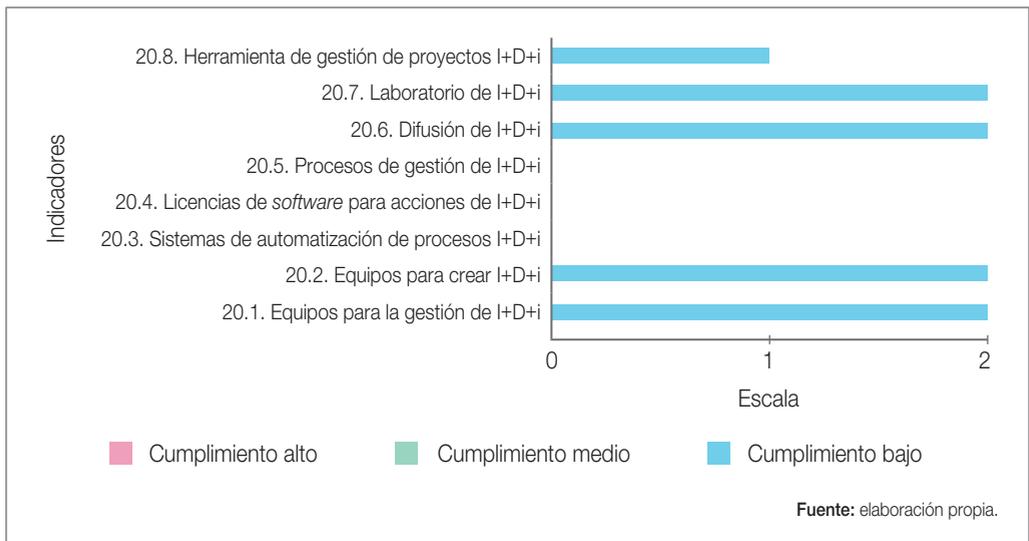


4.7. Pilar «I+D+i»

La PUCESE alcanzó un valor de 1,88 en este pilar (véase figura 20). La variable «recurso de I+D+i» obtuvo una media de 1,13. Se evidenció la implementación parcial de equipos para que el personal administrativo y los investigadores lleven a cabo actividades de gestión de I+D+i. No se dispone de los recursos suficientes para realizar actividades de difusión y divulgación de I+D+i, ni se cuenta con laboratorios de I+D+i conforme a los programas ofertados. Existen laboratorios para pocas carreras. La institución busca implementar herramientas para la gestión de proyectos de I+D+i y sistemas de información para automatizar los procesos de evaluación de I+D+i. También se deben adquirir licencias de *software* para potenciar investigaciones científicas y académicas.

La PUCESE no dispone de los recursos suficientes para realizar actividades de difusión y divulgación de I+D+i, ni tampoco cuenta con laboratorios de I+D+i conforme a los programas ofertados. Hay laboratorios para pocas carreras

Figura 20. Pilar «I+D+i». Evaluación de la variable «recursos de I+D+i»



En lo referente a la variable «fuentes de financiación», esta alcanzó una media de 2 (véase figura 21). La PUCESE dispone de un presupuesto anual para la realización de proyectos de I+D+i, para la gestión del departamento de I+D+i y para la formación en I+D+i y también de convenios con entidades externas para participación en convocatorias de I+D+i. La institución cumple parcialmente con la disponibilidad de presupuesto para actividades de

I+D+i (participación de congresos, publicación de artículos en revistas, etc.). Sin embargo, no dispone de un presupuesto para actividades de colaboración en I+D+i, ni de procesos eficientes para la gestión de proyectos con recursos internos y externos. Además, no cuenta con un modelo de captación de fondos externos para I+D+i.

La variable «investigadores» alcanzó una media de 1,71 (véase figura 22). La institución estudiada evidenció que dispone de investigadores con grado de doctor que trabajan en varias de las líneas de investigación de las carreras (no siendo igual en todas las carreras). También cuenta, parcialmente, con un modelo de incentivos y reconocimiento a la investigación que motiva a los investigadores a publicar en revistas indexadas. Asimismo, es relevante la existencia de un departamento y de un responsable de la gestión de I+D+i en la institución. Sin embargo, no dispone de un manual oficial de funciones del equipo de I+D+i, así como tampoco de un organigrama del departamento de I+D+i, ni de un manual de procesos, ni de un instructivo para la realización de estancias.

En lo que se refiere a la variable «recursos bibliométricos» (media de 1,5), como se ilustra en la figura 23, la institución, por el hecho de ser una sede de la PUCE, figura en *rankings* internacionales. Además, gracias a la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y Academia (CEDIA), dispone de algunas suscripciones a bibliotecas digitales científicas por cada una de las áreas de los programas ofertados. También cuenta con un modelo sistematizado para evaluar la productividad científica, pero no es un modelo basado en citas, productos o impacto de las publicaciones. La institución evidenció como debilidad no disponer de un modelo y de un sistema para evaluar la colaboración científica (basadas en citas, productos, impacto de publicaciones, etc.), ni contar con sistemas para el cálculo de indicadores bibliométricos.

Figura 21. Pilar «I+D+i». Evaluación de la variable «fuentes de financiación I+D+i»

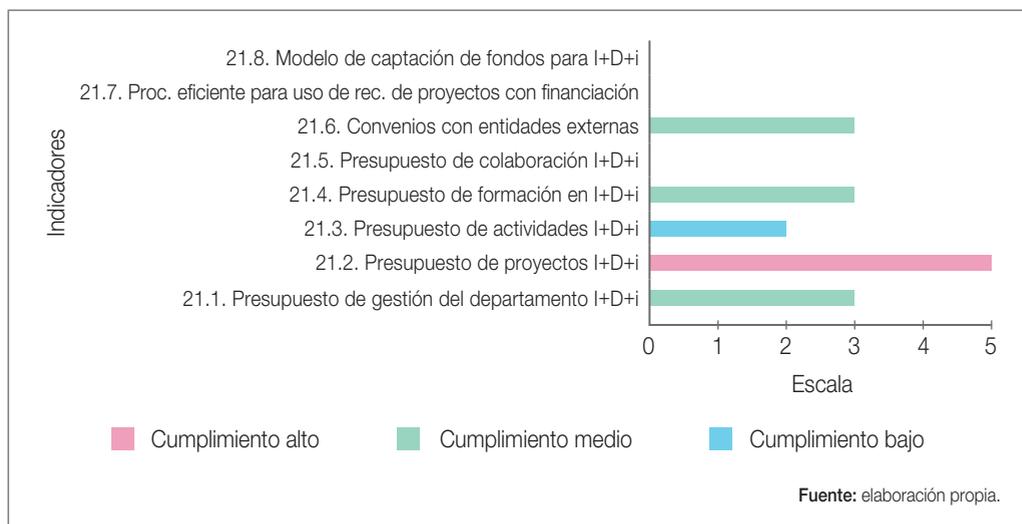


Figura 22. Pilar «I+D+i». Evaluación de la variable «investigadores»

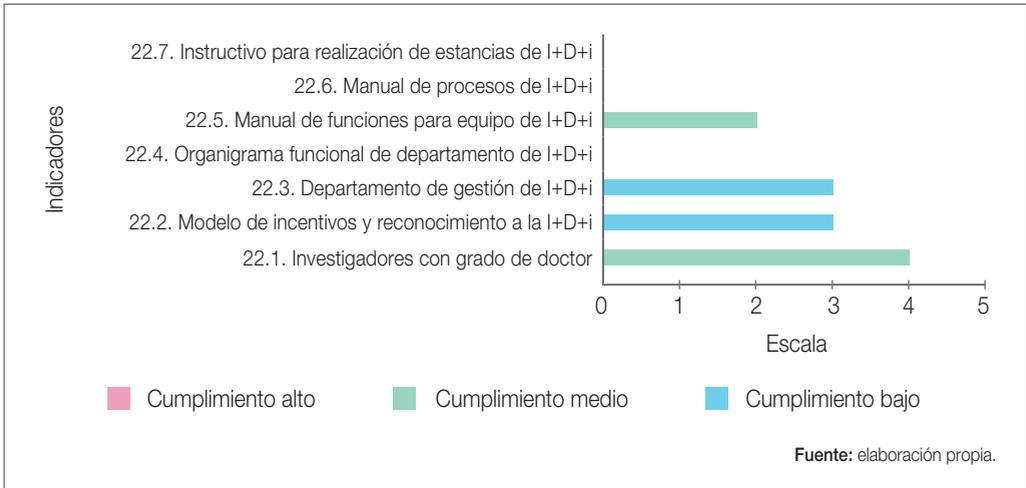
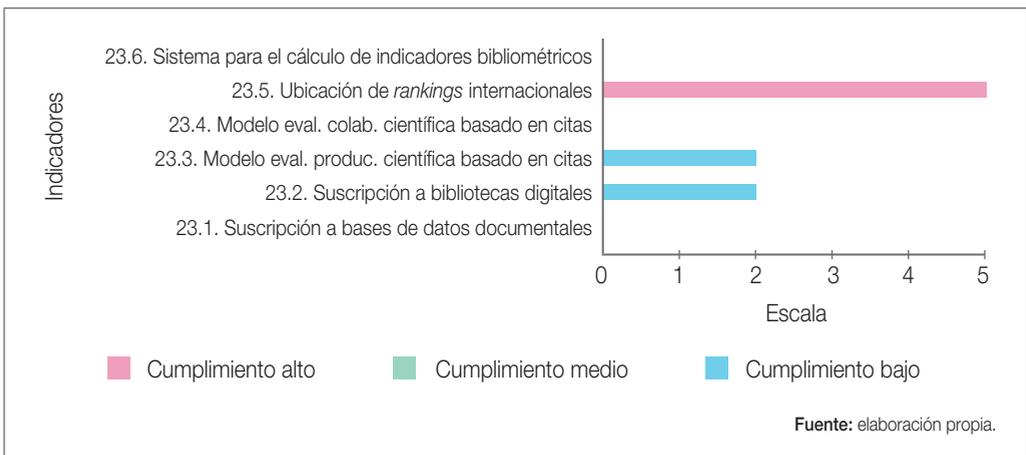
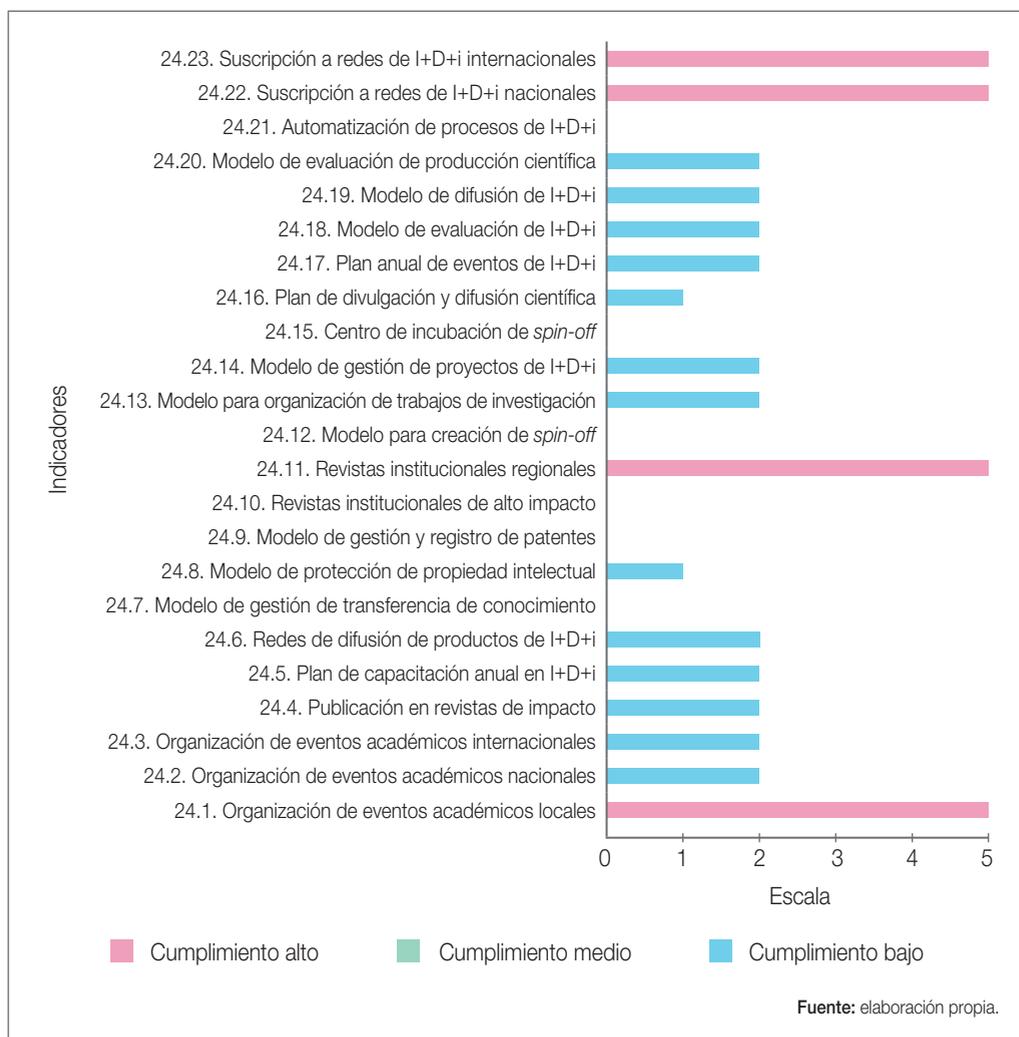


Figura 23. Pilar «I+D+i». Evaluación de la variable «recursos bibliométricos»



En la figura 24, se observan los valores alcanzados en torno a la variable gestión de I+D+i, cuya media fue 1,91. La institución organiza eventos académicos/científicos de carácter nacional e internacional, los investigadores publican en revistas de impacto internacional y la institución posee un plan de capacitación anual en I+D+i y redes para la difusión de productos de I+D+i. También dispone de un modelo para organización de documentos de investigación (por ejemplo, tesis, investigaciones formativas, etc.), un modelo para la gestión de proyecto de I+D+i y de un plan anual de eventos de I+D+i. Asimismo, cuenta con un modelo de evaluación de I+D+i (proyectos, investigadores, etc.) y con un modelo de formación en I+D+i.

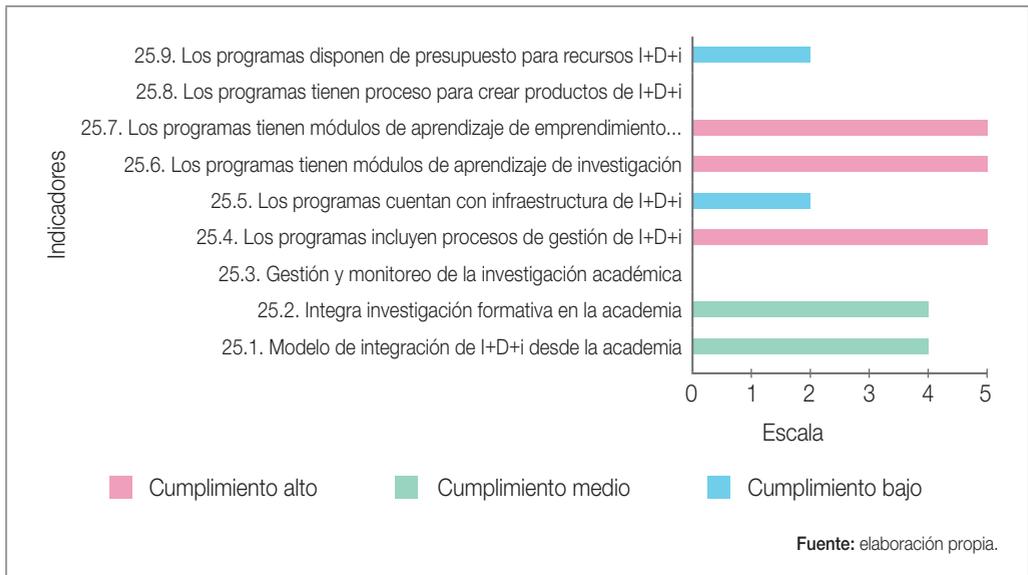
Figura 24. Pilar «I+D+i». Evaluación de la variable «gestión de I+D+i»



Por otro lado, la institución no dispone de un modelo de protección de la propiedad intelectual de las obras y productos generados desde la academia. Tampoco cuenta con un plan de divulgación y difusión científica. Asimismo, la institución no posee un modelo de gestión para la transferencia de conocimiento, ni de un modelo para la gestión y registro de patentes. Del mismo modo, no dispone de revistas institucionales indexadas a nivel mundial (Scopus, Web of Knowledge, etc.). Aun así, cuenta con una revista regional indexada en Latindex. Otro aspecto en el que la institución debe ahondar esfuerzos es en la elaboración de un modelo para la creación de *spin-off* que permita incubar emprendimientos fruto de la I+D+i.

Finalmente, la figura 25 ilustra los valores alcanzados por la institución en términos de la variable «investigación desde la academia», cuyo valor fue de 3. La PUCESE cuenta, a nivel de programas de grado, con procesos estándares para la gestión de investigación. Además, dispone de un módulo para el aprendizaje de investigación, de emprendimiento e innovación.

Figura 25. Pilar «I+D+i». Evaluación de la variable «investigación desde la academia»



Los resultados previamente descritos son fruto de una evaluación de 352 indicadores. Ninguno de los estudios analizados planteó un modelo de evaluación tan completo. Únicamente Mateus Müller y Webber (2020) y Min-Allah y Alrashed (2020) plantearon instrumentos de evaluación con cierto nivel de detalle. En el caso de Mateus Müller y Webber (2020), se planteó un instrumento con 88 indicadores organizados por pilares, similar a nuestro estudio; mientras que en el caso de Min-Allah y Alrashed (2020) se integraron 55 iniciativas que contribuían a mejorar la infraestructura y los servicios de una universidad inteligente. No obstante, dichas iniciativas están integradas como un solo ente, a diferencia del instrumento propuesto que los organiza mediante variables y criterios.

De manera similar, nuestro trabajo contempla muchos más indicadores que otros estudios que plantearon un instrumento de evaluación con un nivel bajo/medio de profundidad. Este es el caso de los trabajos de Monieim (2020) y Pagliaro *et al.* (2016), en los que se formularon instrumentos de evaluación con 34 y 52 indicadores, respectivamente. Con los estudios E1, E2, E3, E11, E13 y E16 (véase cuadro 1) no es coherente hacer una compara-

ción porque los instrumentos elaborados fueron muy básicos y no dan una visión completa de las implicaciones de una universidad inteligente. También es importante comentar que no se logró identificar un marco de trabajo que se fundamentara en el aseguramiento de la educación superior como se plantea en nuestro estudio. Esto es significativo porque hace que nuestro trabajo sea innovador, sobre todo porque sin criterios de calidad no puede existir universidad inteligente.

Por otro lado, nuestra investigación, a diferencia de las publicadas en la literatura, ha logrado concretar los conceptos abstractos propuestos por los marcos de trabajo existentes para describir una universidad inteligente. Se evidenció que ninguno de los estudios que plantearon instrumentos de evaluación lo aplicó en un contexto real de manera que contemplara los pilares de una universidad inteligente de forma holística. Por tanto, los resultados obtenidos pueden contribuir significativamente a que la PUCESE plantee sus propias estrategias de mejora continua. Asimismo, los resultados obtenidos pueden ayudar a otras instituciones para que sus autoridades tengan orientaciones a la hora de iniciar la transición hacia una universidad inteligente y de calidad.

5. Discusión

En vista de que el marco de trabajo propuesto considera un total de 352 indicadores distribuidos entre los pilares «educación» (112), «ambiente» (46), «sociedad» (17), «gobernanza» (43), «infraestructura y movilidad» (53), «salud» (20) e «I+D+i» (61), es importante que el personal táctico y estratégico de la PUCESE establezca prioridades con anterioridad a planificar el proceso de transición de la institución hacia una universidad inteligente. Se sugiere que esta priorización se base en el contexto donde se encuentra localizada la institución, en función del costo de la inversión financiera y del tiempo que se requiera y disponga, y, de manera particular, considerando la temporalidad de la planificación, esto es, planteando el logro de indicadores a corto, medio y largo plazo.

A continuación, en el cuadro 5, se plantea una propuesta de priorización para el alcance de los indicadores. Se plantea una priorización general (para cualquier institución) y una específica (para el caso de la PUCESE). No obstante, otra universidad puede plantear sus prioridades de acuerdo con su situación actual, de manera coherente con los indicadores alcanzados y con los resultados que obtenga en el proceso de evaluación, empleando el instrumento elaborado en este estudio. Es importante señalar que la priorización recomendada para la PUCESE ha sido determinada en coherencia con el puntaje de 2,86/6 obtenido en su proceso de evaluación. También se ha considerado la situación del contexto actual donde se encuentra localizada.

Cuadro 5. Priorización recomendada para el cumplimiento de los pilares del marco de trabajo

Pilar	Variables	Prioridad general	Prioridad PUCESE
Educación	Plataforma <i>e-learning</i> (25).	Alta	Alta
	Laboratorio virtual para <i>e-learning</i> (11).	Alta	Media
	Plataforma <i>b-learning</i> (19).	Alta	Alta
	Plataforma <i>m-learning</i> (13).	Media	Baja
	Plataforma <i>u-learning</i> (6).	Media	Baja
	Gestión académica (18).	Alta	Alta
	Metodologías de enseñanza-aprendizaje (3).	Alta	Alta
	Proyecto educativo (8).	Alta	Alta
	Internacionalización del currículo (9).	Media	Baja
Ambiente	Gestión de residuos (12).	Media	Baja
	Consumo y calidad del agua (9).	Media	Baja
	Calidad del aire (7).	Media	Baja
	Optimización de recursos energéticos (8).	Media	Alta
	Gestión de microclimas de interiores y exteriores (10).	Media	Media
Sociedad	Vinculación (17).	Media	Media
Gobernanza	Transparencia (20).	Baja	Media
	Participación en la toma de decisiones (9).	Alta	Alta
	Acreditaciones y certificaciones internacionales (14).	Media	Baja
Infraestructura y movilidad	Accesibilidad (9).	Media	Media
	Infraestructura exterior (12).	Alta	Media
	Edificios y sistemas inmóticos (15).	Media	Baja
	Infraestructura de tecnologías de la información (17).	Alta	Alta
Salud	Gestión de servicios sanitarios (20).	Media	Baja
I+D+i	Recursos de I+D+i (8).	Media	Baja
	Fuentes de financiación (8).	Alta	Media
	Investigadores (7).	Media	Media
	Recursos bibliométricos (6).	Alta	Media
	Gestión de I+D+i (23).	Media	Media
	Investigación formativa (9).	Media	Media

Fuente: elaboración propia.

En el caso de la PUCESE se recomienda dar prioridad a la educación virtual y lo que ello desencadena, por ejemplo, laboratorios virtuales y nuevas metodologías de enseñanza que se ajusten al nuevo modelo de educación pospandemia. Asimismo, se recomienda priorizar nuevos proyectos educativos enmarcados en la virtualidad y la hibridez, sin descuidar el aspecto académico, esto es, emplear sistemas automáticos y definir pautas claras para asegurar una enseñanza de calidad indistintamente de la modalidad de enseñanza. Este es un pilar muy importante porque la alta competencia que tiene la PUCESE a nivel nacional e internacional debe invitar a las autoridades para que replanteen su modelo de gestión y su modelo educativo y para que se invierta, con el objetivo de que esta institución sea competitiva con universidades privadas que tengan una alta trayectoria a nivel nacional (por ejemplo, Universidad de las Américas, Universidad Técnica Particular de Loja, etc.) y sobre todo con universidad extranjeras, muy específicamente con aquellas especializadas en educación virtual, como es la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) y la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) de España. Por tanto, se recomienda que estas variables sean planificadas a corto plazo.

La globalización y las nuevas tecnologías de la información han dado lugar a que la educación dé un giro de 180 grados y a que, poco a poco, la educación basada en modelos híbridos y virtuales se vaya posicionando. En este contexto, las universidades inteligentes son un aporte significativo en el posicionamiento de los nuevos modelos de educación basados en internet

Por otra parte, se recomienda que a los pilares «ambiente», «sociedad», «gobernanza», «infraestructura y movilidad» e «I+D+i» se les dé una prioridad media en general. Se puede funcionar con los estándares de calidad ya implementados. No obstante, sí se identifican variables de estos pilares a los que se les debe prestar atención, esto es, la optimización de recursos energéticos y la participación en la toma de decisiones. En el primer caso, alcanzar la eficiencia energética permite un ahorro financiero importante y, en el segundo caso, se recomienda crear ecosistemas de toma de decisiones basadas en datos, aspecto importante para tomar decisiones acertadas y evitar ejecutar acciones que desencadenen en la disminución del número de matrículas, en la contratación de servicios y productos innecesarios, en la inversión en proyectos educativos que no tienen demanda, entre otros. En todo caso, se deben plantear planes de mejora que contemplen la implementación de los indicadores de estas variables a medio plazo.

Finalmente, un pilar al que se recomienda dar prioridad baja es el de «salud». Con los servicios actualmente disponibles se puede dar atención básica al estudiantado y al personal docente y administrativo. En este mismo nivel de prioridad están los siguientes: la obtención de certificaciones internacionales, la transición hacia edificios inmóticos inteligentes y la adquisición de nuevos recursos de investigación. Todas estas variables son importantes, pero pueden planificarse para ser alcanzadas a largo plazo.

La propuesta del cuadro 5 puede ser flexible. El proceso de priorización dependerá de cada institución y en él juegan un papel determinante algunos aspectos generales para cualquier institución; no obstante, pueden ser aplicados en el caso de la PUCESE. Los aspectos de los cuales puede depender el nivel de priorización pueden ser los siguientes:

- Modalidad de la oferta académica que la universidad actualmente oferta o pretende ofertar en el futuro (presencial, en línea, híbrida o virtual).
- Recursos financieros con los que cuenta la institución para invertir en el cumplimiento de los indicadores de cada pilar.
- Naturaleza de la universidad (pública, privada o mixta), debido a que su modelo de gestión depende de ciertos entes o políticas públicas.
- Objetivos estratégicos de la universidad, debido a que en sus planificaciones estratégicas se plantean metas que se quieren alcanzar.
- Contexto donde se localiza la universidad, porque de ello dependen las necesidades prioritarias y los requerimientos de la sociedad y de las industrias locales.

En todo caso, independientemente de la situación de la universidad, previo a la creación de planes de mejora a corto, medio y largo plazo, es importante analizar las oportunidades que cada indicador da a la universidad para que la inversión sea coherente con la proyección de la institución y con su visión para posicionarse de cara al futuro como una universidad inteligente.

En el caso de la PUCESE, al ser una sede de la PUCE, se recomienda tomar como base los datos de la Planificación Estratégica de la PUCE (MAGIS 2021-2025) como insumo para dirigir el proceso de transición y, además, se sugiere que el proceso se promueva a nivel PUCE, es decir, que se contemplen todas sus sedes (Amazonas, Ambato, Esmeralda, Ibarra, Manabí, Quito y Santo Domingo).

Para finalizar, es importante resaltar que la revisión de la literatura evidenció la no existencia de un trabajo con el alcance de nuestro estudio. Gracias al marco de trabajo y al instrumento elaborado, ha sido posible pasar de la abstracción de los conceptos de lo que encierra una universidad inteligente a acercar dichos conceptos a un contexto real de universidad inteligente. Aunque es cierto que en la literatura hay estudios que utilizan instrumentos con un nivel de detalle medio o bajo, hasta ahora no se ha llevado a cabo ninguna investigación enfocada en la garantía de la calidad, que es un aspecto crucial para lograr una educación de calidad tanto en entornos tradicionales como en entornos inteligentes. Por tanto, este trabajo puede ser una primera propuesta para concebir el concepto de universidades inteligentes en el contexto de Ecuador y de Latinoamérica desde la perspectiva del aseguramiento de la calidad de la educación superior.

6. Conclusiones

La revisión de la literatura demostró que en Ecuador existen pocas iniciativas que incursionan en la línea de las universidades inteligentes desde un contexto teórico, real y aplicado. En función de ello, y para hacer frente a la globalización, es importante que las universidades ecuatorianas, públicas y privadas, inicien a corto plazo un proceso de transición hacia una universidad que logre ser competitiva con las universidades inteligentes del mundo.

En este sentido, se proponen dos líneas de acción: la primera, encaminada a la creación de un ente interno en la universidad que monitoree progresivamente sus avances en término de su posicionamiento como universidad inteligente (similar al Departamento de Aseguramiento de la Calidad Institucional), y la segunda, enmarcada en la creación de un ente de regulación nacional que evalúe el alcance de las universidades del Ecuador en términos de espacios inteligentes, como es el caso del Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES), en el caso de Ecuador, o la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), en el caso de España.

Se ha demostrado que solo con evaluación constante las instituciones mejoran progresivamente, y una evaluación de las universidades en términos del marco de trabajo propuesto puede ser una oportunidad para conocer el estado de las universidades ecuatorianas en el contexto de universidades inteligentes.

Los resultados de la evaluación de la PUCESE como universidad «inteligente» mostraron que la institución cumple en un nivel poco satisfactorio (2,86 sobre 6) los indicadores de las variables de los siete pilares que contempla el marco de trabajo desarrollado.

Alcanzar con el cumplimiento de todos los indicadores planteados en el marco de trabajo propuesto no es una tarea sencilla y, además, requiere de una alta inversión financiera y del trabajo en equipo en todas las instancias de la institución. No obstante, es importante que las autoridades de la PUCESE tomen como base los resultados de la evaluación obtenidos y planteen, en función de ellos, planes de mejora a corto, medio y largo plazo, de modo que se vayan mejorando los indicadores de manera progresiva durante los próximos años para potenciar su infraestructura, servicios, procesos, talento humano y sistemas automáticos.

Se sugiere que dichos planes deban priorizar qué indicadores y variables se tendrán que fortalecer a corto, medio y largo plazo, y considerando lo que le sugiere su entorno físico, misión y visión, la sociedad y el tejido industrial, entre otros; por ejemplo, si el campus se encuentra en una zona rural, es posible que no sean prioritarios a corto plazo sistemas de monitoreo de la calidad del aire, lo que, para una universidad situada en una urbe, sí lo sería. Para ello se sugiere seguir la priorización propuesta en este estudio.

Asimismo, es importante que la institución se plantee abordar las debilidades en los siete pilares, esto es, desde las acciones sustantivas que son la razón de ser de las universidades; educación, investigación y vinculación, y otras de gestión, de tal manera que muchos de los sistemas de control automático, instrumentos, metodologías, manuales, entre otros, se generen desde la investigación. En todo caso, se recomienda que la PUCESE invierta con perspectiva de futuro y visualizando ser a largo plazo una universidad inteligente.

Referencias bibliográficas

- AbuAlnaaj, K. H. (2019). *A Strategic Framework for Smart Campus: American University of Sharjah Case Study* (Tesis). American University of Sharjah. <http://hdl.handle.net/11073/16641>
- Aldowah, H., Rehman, S. U., Ghazal, S. y Umar, I. N. (2017). Internet of things in higher education: a study on future learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 892, 1-11. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/892/1/012017>
- Barbato, A., Bolchini, C., Geronazzo, A., Quintarelli, E., Palamarciuc, A., Piti, A., Rottondi, C. y Verticale, G. (2016). Energy optimization and management of demand response interactions in a smart campus. *Energy* 2016, 9(6), 1-20. <https://doi.org/10.3390/en9060398>
- Barroso-Osuna, J. y Palacios-Rodríguez, A. (2022). Ampliando el universo virtual del alumnado universitario. Uso educativo de la realidad aumentada y aportaciones del Proyecto Rafodiun. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23(2022), 137-154. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.874>
- Deloitte. (2019). *Smart Campus. The Next-Generation Connected Campus* [white paper]. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/consulting/solutions/next-generation-smart-campus.html>
- Fortes, S., Santoyo-Ramón, J. A., Palacios, D., Baena, E., Mora-García, R., Medina, M., Mora, P. y Barco, R. (2019). The campus as a smart city: university of Málaga environmental, learning, and research approaches. *Sensors (Switzerland)*, 19(6), 1-23. <https://doi.org/10.3390/s19061349>
- Galeano-Barrera, C. J., Bellón-Monsalve, D., Zabala-Vargas, S. A., Romero-Riaño, E. y Duro-Novoa, V. (2018). Identificación de los pilares que direccionan a una institución universitaria hacia un smart-campus. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9(1), 127-145. <https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n1.2018.8511>
- García Peñalvo, F. J. (2005). Estado actual de los sistemas e-learning. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. Ediciones Universidad de

- Salamanca, 6(2), 1-7. https://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_garcia_penalvo.htm
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N. y Meijers, E. (2007). *Smart Cities: Ranking of European Mid-Sized Cities*. Centre of Regional Science, Vienna UT. https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf
- Gutiérrez Suanzes, A. (2015). La inmótica como garantía de una infraestructura eficiente. *Dinamo Técnica: Revista Gallega de Energía*, 16, 22-23. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5077904>
- Hamza, H. S., Ghanim, Y., Nabih, A. K., Elsheikh, A. S. y Ibrahim, S. S. (2022). SECC Smart University Reference Architecture. *ACM. International Conference Proceeding Series* (pp. 46-50). <https://doi.org/10.1145/3531056.3542771>
- Hipwell, S. (2014). Developing smart campuses- A working model. *Proceedings of 2014 International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid, IGBSG 2014* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IGBSG.2014.6835169>
- Kwok, L. for. (2015). A vision for the development of i-campus. *Smart Learning Environments*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-015-0009-8>
- Madakam, S., Ramaswamy, R. y Tripathi, S. (2015). Internet of things (IoT): a literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(5), 164-173. <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Mateus Müller, M. M. y Webber, C. G. (2020). Smart University: conceitos, planejamento e indicadores. *Scientia Cum Industria*, 8(2), 65-77. <https://doi.org/10.18226/23185279.v8iiss2p65>
- Mattoni, B., Pagliaro, F., Corona, G., Ponzio, V., Bisegna, F., Gugliermetti, F. y Quintero-Núñez, M. (2016). A matrix approach to identify and choose efficient strategies to develop the smart campus. *EEEIC 2016-International Conference on Environment and Electrical Engineering* (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2016.7555571>
- Mazwa, K. y Mazri, T. (2021). IBN Tofail University: from classical university to smart university. *Digital Technologies and Applications Lecture Notes in Networks and Systems*, 211, 633-641. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73882-2_57
- Min-Allah, N. y Alrashed, S. (2020). Smart campus-A sketch. *Sustainable Cities and Society*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102231>
- Monieim, R. A. (2020). Towards a smart university in the light of 21st century skills. *An-Najah University Journal for Research-B (Humanities)*, 34(6), 1-25. https://digitalcommons.aaru.edu.jo/aujr_b/vol34/iss6/7
- Muhamad, W., Kurniawan, N. B., Suhardi, S. y Yazid, S. (2017). Smart campus features, technologies, and applications: a systematic literature review. *2017 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)* (pp. 384-391). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICITSI.2017.8267975>
- Musa, M., Ismail, M. N. y Fudzee, M. F. M. (2021). Smart campus implementation in Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: towards a conceptual framework. *Journal of Physics: Conference Series*, 1.860(1), 1-9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1860/1/012008>
- Ng, J. W. P., Azarmi, N., Leida, M., Saffre, F., Afzal, A. y Yoo, P. D. (2010). The intelligent campus (iCampus): end-to-end learning lifecycle of a knowledge ecosystem. *2010 6th International Conference on Intelligent*

- Environments* (pp. 332-337). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IE.2010.68>
- Novoa Hernández, P. (2019). Intelligent mobile application to attend the registry of academic activities in biometric system: a university experience in Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 11(2), 55-60. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Pagliaro, F., Mattoni, B., Gugliermenti, F., Bisegna, F., Azzaro, B., Tomei, F. y Catucci, S. (2016). A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. *2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (IEEEIC)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEEIC.2016.7555573>
- Recalde, Á. A., Endara, I., Quimis, M. y Romero, C. (2017). Operational framework proposal for ESPOL. *2017 IEEE Second Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)* (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/ETCM.2017.8247523>
- Rendón López, A. (2012). Universidad inteligente. ¿Paradigma de control? *Revista Amicus Curiae*, 5(4), 1-28. <http://www.journals.unam.mx/index.php/amicus/article/view/28140/27199>
- Rico-Bautista, D., Medina-Cárdenas, Y. y Guerrero, C. D. (2019). Smart university: a review from the educational and technological view of internet of things. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 918, 427-440. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7_42
- Rodríguez Cantalejo, R. D., Prieto Sánchez, A. L., Cubero Atienza, A. J. y Vázquez Serrano, F. J. (2016). Smart Campus, un entorno inteligente para la comunidad universitaria. *II Congreso Ciudades Inteligentes* (pp. 1-8).
- Samadi, M., Javidi, M. H. y Ghazizadeh, M. S. (2013). The effect of time-based demand response program on LDC and reliability of power system. *2013 21st Iranian Conference on Electrical Engineering, ICEE 2013* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IranianCEE.2013.6599801>
- Samaniego, P., Valdiviezo, M., Campoverde, C., Carrión, M., Medina, S., Merino, P., Ochoa, J., Rodríguez, L. y Tucker, J. (2020). Optimización de servicios y recursos energéticos a través de sistemas inteligentes en la Facultad de la Energía de la Universidad Nacional de Loja-Ecuador (Smart Campus). *V Congreso Ciudades Inteligentes* (pp. 1-8). <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-optimizacion-servicios-recursos-energeticos-sistemas-inteligentes-facultad-energia-universidad-nacional-loja-ecuador-smart-campus>
- Tikhomirov, V. y Dneprovskaya, N. (2015). Development of strategy for smart university. *2015 Open Education Global International Conference*. https://conference.oeglobal.org/2015/wp-content/uploads/2015/02/oeglobal2015_submission_231.pdf
- Tsai, I. C. y Yeh, C. H. (Julio 2015). Integrating SERVQUAL and importance-performance analysis for assessing smart campus service quality: a case study of an english training programme in Vietnam. *IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies: Advanced Technologies for Supporting Open Access to Formal and Informal Learning, ICALT 2015* (pp. 436-440). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2015.8>
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Gayke, K., Jose, D., Uskova, M. F. y Devaguptapu, S. S. (2019). Smart university: a validation of «Smartness Features-Main Components» matrix by real-world examples and best practices from universities worldwide. *Smart Innova-*



tion, *Systems and Technologies*, 144, 3-17. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-8260-4_1

Uskov, V. L., Bakken, J. P., Howlett, R. J. y Jain, L. C. (2017). *Smart Universities: Concepts, Systems, and Technologies*. Springer. <https://books.google.com.my/books?id=fYEKDWAAQBAJ>

Vega León, A. F., Morillo Aguilar, K., Campo-verde, C. y Rodríguez Montoya, L. (2021). Smart UNL: un concepto de universidad inteligente. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 33(1), 1-13. <https://doi.org/10.37815/rte.v33n1.813>

Velarde Lara, D. E. (2020). *Análisis de los ejes estratégicos de campus inteligentes para la*

Facultad Ingeniería Industrial [Repositorio Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51608>

Villegas-Ch, W., Palacios-Pacheco, X. y Luján-Mora, S. (2019). Application of a smart city model to a traditional university campus with a big data architecture: a sustainable smart campus. *Sustainability*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/su11102857>

Wood, G. y Newborough, M. (2007). Energy-use information transfer for intelligent homes: enabling energy conservation with central and local displays. *Energy and Buildings*, 39(4), 495-503. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.06.009>

ID **Sonia Guzmán-Delgado.** Titulada en Ingeniería de Sistemas y Computación por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Actualmente, es docente del área de Tecnologías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres (Ecuador). Sus intereses de investigación están centrados en la enseñanza de tecnologías y aplicaciones del IoT en entornos como las universidades inteligentes.

ID **Pablo Pico-Valencia.** Doctor en Tecnologías de la Información y la Comunicación. Máster en Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España). Actualmente, es director general académico en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Sus intereses de investigación se centran en el desarrollo de aplicaciones basadas en agentes inteligentes para optimizar recursos en ecosistemas del IoT con el objetivo de mejorar la interoperabilidad, la colaboración y la inteligencia dentro de este tipo de sistemas. Investiga métodos y metodologías para convertir espacios tradicionales en inteligentes.

Contribución de autores. S. G.-D. y P. P.-V. han participado a partes iguales en la elaboración de este estudio de investigación; Aplicación de los instrumentos en la institución sujeta a estudio: S. G.-D.

Formación en competencia digital docente: percepciones docentes del aprendizaje de español como lengua extranjera asistido por dispositivos móviles en el contexto prepandémico

Rafael Cuevas Montero (autor de contacto)

Profesor sustituto de la Universidad de Córdoba (España)
l42cumor@uco.es | <https://orcid.org/0000-0002-7147-1825>

Cristina Aránzazu Huertas-Abril

Profesora titular de universidad de la Universidad de Córdoba (España)
l52huabc@uco.es | <https://orcid.org/0000-0002-9057-5224>

Manuela Álvarez Jurado

Catedrática de universidad de la Universidad de Córdoba (España)
ff1aljum@uco.es | <https://orcid.org/0000-0003-3243-7672>

Extracto

Este artículo presenta un estudio cuantitativo exploratorio ($n = 110$) que aborda la utilidad percibida del aprendizaje de lenguas asistido por dispositivos móviles en la docencia de español como lengua extranjera (ELE), considerando tanto la competencia digital del profesorado como el uso real de dispositivos móviles inteligentes (*smartphones*) en su labor docente. Por tanto, el objetivo principal es describir el empleo de la tecnología móvil, así como la competencia y formación digital del profesorado (hombres y mujeres) de ELE en el contexto prepandémico. En cuanto a la metodología, se ha diseñado un cuestionario digital como principal instrumento de investigación que consta de un total de 20 ítems con preguntas cerradas. Los resultados arrojan que, a pesar de que la actitud hacia el uso de móviles en los procesos de enseñanza-aprendizaje de ELE es mayoritariamente positiva, existen una serie de obstáculos que afronta el profesorado, como la falta de formación y de competencia digital, los problemas de conexión y las dificultades que tiene el alumnado para usar la tecnología con fines educativos. El trabajo se cierra con una serie de consideraciones y recomendaciones para facilitar el uso de dispositivos móviles en el aula de ELE.

Palabras clave: enseñanza de una segunda lengua; español como lengua extranjera (ELE); enseñanza de idiomas; enseñanza asistida por móvil; aprendizaje activo; práctica pedagógica; competencias del docente; percepción del profesorado.

Recibido: 25-02-2023 | Aceptado: 24-07-2023 | Publicado: 07-01-2024

Cómo citar: Cuevas Montero, R., Huertas-Abril, C. A. y Álvarez Jurado, M. (2024). Formación en competencia digital docente: percepciones docentes del aprendizaje de español como lengua extranjera asistido por dispositivos móviles en el contexto prepandémico. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 91-116. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18673>

Training in teacher digital competence: teacher perceptions of learning Spanish as a foreign language assisted by mobile devices in the pre-pandemic context

Rafael Cuevas Montero (corresponding author)

Profesor sustituto de la Universidad de Córdoba (España)
l42cumor@uco.es | <https://orcid.org/0000-0002-7147-1825>

Cristina Aránzazu Huertas-Abril

Profesora titular de universidad de la Universidad de Córdoba (España)
l52huabc@uco.es | <https://orcid.org/0000-0002-9057-5224>

Manuela Álvarez Jurado

Catedrática de universidad de la Universidad de Córdoba (España)
ff1aljum@uco.es | <https://orcid.org/0000-0003-3243-7672>

Abstract

This paper presents an exploratory quantitative study ($n = 110$) that addresses the perceived usefulness of mobile-assisted language learning in teaching Spanish as a foreign language (SFL), considering both teachers' digital competence and the use of smartphones in their lessons. Therefore, the main objective is to describe the use of mobile technology, as well as the digital competence and training of teachers (men and women) of SFL in the global and pre-pandemic context. In terms of methodology, a digital questionnaire with a total of 20 items and closed questions was designed as the main research tool. The results show that, although the attitude towards the use of mobile phones in SFL learning and teaching processes is mostly positive, teachers face several obstacles, such as their lack of training and digital competence, connection problems, and how students use technology for educational purposes. Finally, this research includes general considerations and recommendations to facilitate the use of mobile devices in the SFL classroom.

Keywords: second language instruction; Spanish as a foreign language (SFL); language instruction; m-learning; activity learning; teaching practice; teacher qualifications; teachers' perceptions.

Received: 25-02-2023 | Accepted: 24-07-2023 | Published: 07-01-2024

Citation: Cuevas Montero, R., Huertas-Abril, C. A. and Álvarez Jurado, M. (2024). Training in teacher digital competence: teacher perceptions of learning Spanish as a foreign language assisted by mobile devices in the pre-pandemic context. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 91-116. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18673>



Sumario

1. Introducción
 - 1.1. De la CALL a la MALL
 - 1.2. Modelo TPACK
 - 1.3. Competencia digital docente
 - 1.3.1. De la competencia digital a la competencia digital docente
 - 1.3.2. Concepto de «competencia digital docente»
 2. Método
 - 2.1. Participantes
 - 2.2. Instrumento y procedimiento de recolección de datos
 3. Resultados
 4. Discusión
 5. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, los autores del artículo han obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación.

1. Introducción

Las investigaciones relacionadas con la enseñanza de lenguas asistida por móvil –más conocido por sus siglas en inglés MALL (*mobile-assisted language learning*)– se han incrementado de manera considerable en los últimos años (Çakmak, 2019; Kukulska-Hulme *et al.*, 2017), puesto que la democratización de los dispositivos móviles en la vida cotidiana ha fomentado su aplicación en la enseñanza-aprendizaje de lenguas extranjeras (Jordano de la Torre *et al.*, 2016). De hecho, ya se ha validado la eficacia de diversas aplicaciones móviles como herramientas digitales de aprendizaje de lenguas extranjeras. Algunos ejemplos son redes sociales como WhatsApp (La Hanisi *et al.*, 2018), Twitter (Aloraini y Cardoso, 2020), Instagram o Snapchat (Al Fadda, 2020).

El uso adecuado de la tecnología educativa, y, en este caso, de los dispositivos móviles, depende en gran parte de la competencia digital del docente y de cómo es capaz este de integrar estas herramientas en el aula o en entornos virtuales (Gisbert Cervera *et al.*, 2016). Por consiguiente, es fundamental que el profesorado cuente con una mínima formación en competencia digital tanto en pedagogía como en la materia que imparta, para que el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) sea provechoso (Juan Lázaro, 2010). En este sentido, la formación digital del profesorado es fundamental, ya que, en caso contrario, podría suponer una dificultad para el desarrollo profesional docente, al dejar de estar en sintonía con las novedades y la realidad del contexto actual (Domingo-Coscollola *et al.*, 2020). Con este estudio se pretende describir la competencia digital del docente de ELE en distintos contextos educativos (enseñanza reglada, academia de idiomas, español para inmigrantes, etc.), prestando especial atención a si han recibido formación específica en TIC y si utilizan el móvil en su labor de enseñanza. Teniendo en cuenta que los profesores de idiomas tienden a incluir cada vez más contenidos auténticos, como discursos y situaciones naturales en contextos lingüísticos reales, los teléfonos móviles se erigen como una herramienta destacable, ya que son accesibles y se utilizan habitualmente para llevar a cabo nuevas prácticas, como simulaciones de situaciones reales (Palalas y Ally, 2016). En este contexto, se plantean las siguientes hipótesis de partida:

H1. El profesorado de ELE no está satisfecho con la formación que ha recibido para desarrollar su competencia digital docente durante los estudios que habilitan a la hora de ejercer la profesión.

H2. El profesorado de ELE hace un uso limitado de la tecnología móvil en el aula debido a su escasa competencia digital docente.

1.1. De la CALL a la MALL

Para introducir el concepto de MALL, se realizará un breve repaso cronológico, comenzando por los inicios de la enseñanza de lenguas asistida por ordenador (ELA0) –más frecuentemente CALL (*computer-assisted language learning*)–. Se pueden señalar tres enfoques didácticos que han marcado el desarrollo de la CALL como disciplina y que están relacionados con las diferentes teorías de enseñanza de lenguas extranjeras (Gabarrón Pérez *et al.*, 2020; Warschauer y Healey, 1998).

En primer lugar, se distingue la CALL conductista, que se desarrolló principalmente entre los años cincuenta y sesenta del siglo XX, y que destacaba por el uso de actividades gramaticales y léxicas de corte estructural (*drill-and-practice*). El ordenador tenía el rol de tutor y se encargaba de evaluar al estudiante y adaptar el aprendizaje a su propio ritmo. En segundo lugar, se encuentra la CALL comunicativa, que se instauró en los años setenta y estuvo activa hasta finales de los ochenta. Esta se basa en el método comunicativo, de modo que abandona el aprendizaje mecánico de estructuras y apuesta por el uso de la lengua en situaciones de comunicación reales. En tercer lugar, la CALL integradora, que surgió a principios de los noventa y proponía un enfoque basado en un aprendizaje social y sociocognitivo. Se trata de la evolución natural de la CALL comunicativa, puesto que este enfoque sitúa al alumnado en contextos auténticos, integrando así las habilidades y destrezas lingüísticas gracias a la tecnología (Martín Monje, 2012).

La primera década del siglo XXI supuso la irrupción de los dispositivos móviles en el día a día de los usuarios, influenciando así la enseñanza-aprendizaje de lenguas extranjeras (Vázquez Cano y Sevillano García, 2015). Con la progresiva evolución de los dispositivos móviles, acompañada de recursos digitales que se aplican a la enseñanza, como las redes sociales, los blogs o los *podcasts*, la MALL pasó de ser una subdisciplina de la CALL a ser una disciplina con entidad propia (Çakmak, 2019). En cuanto a la definición de «MALL», es pertinente citar la propuesta de Kukulska-Hulme (2012), que incide en su característica principal, la ubicuidad: la enseñanza de lenguas asistida por móvil (ELAM) es el uso de teléfonos inteligentes y otras tecnologías móviles en el aprendizaje de idiomas, especialmente en situaciones en las que la portabilidad y el aprendizaje situado ofrecen ventajas específicas (Kukulska-Hulme, 2012). El éxito de la MALL tiene una serie de claves que se basan, principalmente, en la gestión del tiempo de la sociedad actual, donde el tiempo de trabajo y el tiempo de ocio se difuminan. Gracias a su ubicuidad, el móvil es una herramienta que se adapta a cualquier contexto, permitiendo así fusionar aprendizaje formal e informal (Gabarrón Pérez *et al.*, 2020).

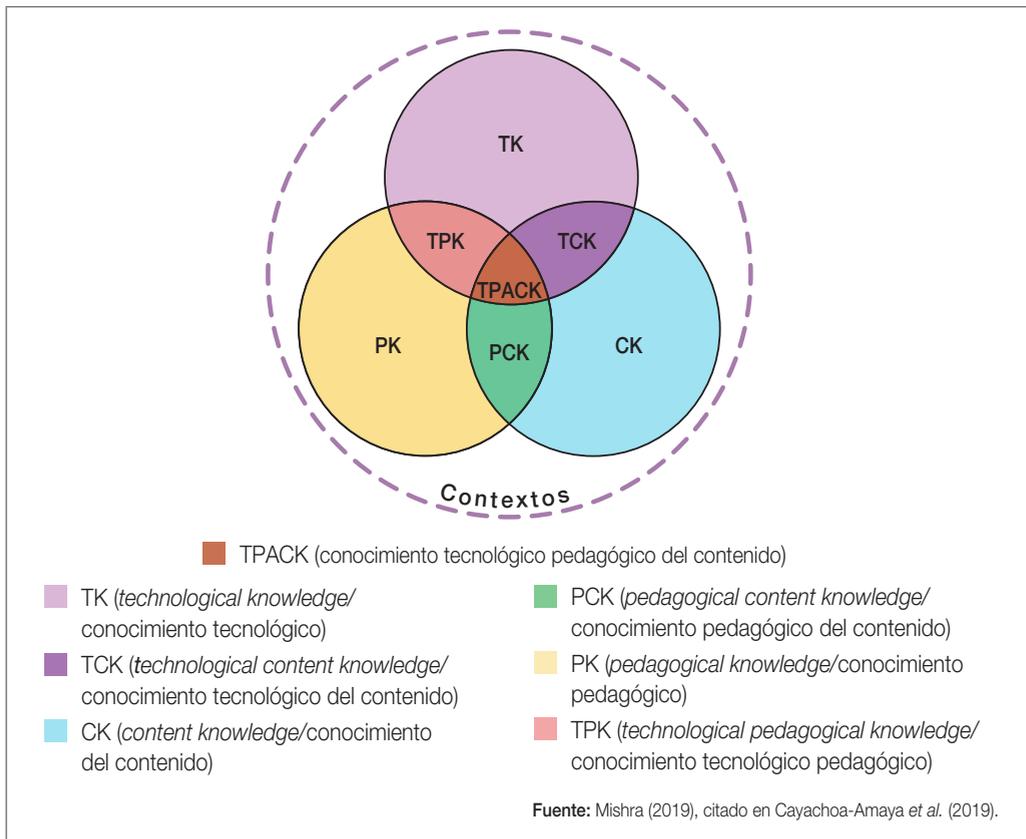
La investigación en la MALL tuvo sus inicios en 2008 con el primer monográfico sobre aprendizaje de lenguas mediante tecnología móvil editado por Shield y Kukulska-Hulme en la revista *ReCALL*. Debido a la incesante investigación en este campo, unido a la proliferación de los dispositivos móviles en el mercado, surgió un grupo de interés europeo –Mobile Assisted Language Learning Special Interest Group (MALL SIG)– que, desde su creación, se reúne semestralmente para anunciar los diferentes trabajos de investigación en este tema. Desde entonces, el número de publicaciones que demuestran el potencial educativo

de la MALL no ha dejado de aumentar (Jordano de la Torre *et al.*, 2016). De hecho, el teléfono móvil o *smartphone* es el dispositivo en el que más foco se pone en la investigación del ámbito de la enseñanza-aprendizaje de lenguas extranjeras (Trujillo Sáez *et al.*, 2019).

1.2. Modelo TPACK

El modelo TPACK (*technological pedagogical content knowledge*) es un marco de entendimiento desarrollado por Misra y Koehler (2006) (Koehler *et al.*, 2014) que explica qué debería saber y cómo debería actuar un profesor eficiente en la actualidad aplicando tres elementos: la tecnología, el conocimiento del área y su competencia pedagógica (Cabero *et al.*, 2015). Como se puede observar en la figura 1, Mishra propuso una actualización del modelo TPACK (Mishra, 2019) en la que se tuviera en cuenta el conocimiento del contexto de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Figura 1. Modelo TPACK



El modelo TPACK propone qué conocimientos ha de poseer un profesor para mejorar la efectividad de los procesos de enseñanza-aprendizaje: el conocimiento del contenido, el pedagógico y el tecnológico. Estos dos primeros saberes pasan de ser complementarios a formar una intersección entre ambos, denominada «el conocimiento pedagógico del contenido», esto es, aquel conocimiento que tiene que ver con la pedagogía propia de la rama del saber propia del docente. Por tanto, el PCK varía según el contexto de enseñanza-aprendizaje del docente. Asimismo, este modelo también integra el TK, es decir, el saber sobre el uso general de la tecnología educativa, además de los siguientes conocimientos que implican el saber tecnológico el TPK, el TCK y el que da nombre a este nuevo modelo, el TPACK (Cabero *et al.*, 2015):

- **TPK.** Conocimiento que aborda el uso de las TIC en el aula y cómo se deben utilizar y aplicar correctamente.
- **TCK.** Este conocimiento es específico para cada profesor, pues depende de la materia que imparta y si conoce aplicaciones tecnológicas relacionadas con su campo.
- **TPACK.** Este conocimiento engloba a los anteriores y es el que permite que un profesor sea competente digitalmente.

Este marco viene a defender que no basta con conocer una herramienta tecnológica. El docente ha de saber cómo emplearla en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Huertas Abril, 2020). En este sentido, una investigación relacionada con este modelo demuestra que la planificación didáctica actual es tecnocéntrica (Harris y Hofer, 2009). Sin embargo, esto no es adecuado, pues la planificación no ha de centrarse en la herramienta, sino en el alumnado y en el currículo (alumnocentrismo). Estos autores, sirviéndose del TPACK, abogan que la prioridad de todo docente es aplicar correctamente la pedagogía y, una vez que el profesor haya alcanzado una competencia digital docente suficiente, será capaz de integrar la tecnología como una herramienta más en su labor de enseñanza.

De hecho, en algún momento de la incorporación de las nuevas tecnologías a la enseñanza de ELE, se ha olvidado que debían implementarse de forma significativa y con un criterio válido, y el resultado es el de clases donde prima el uso de la tecnología por encima del español, donde se produce una considerable pérdida de tiempo y donde llegamos incluso a provocar desmotivación en el estudiante (Seseña Gómez, 2015).

Es esencial priorizar el fortalecimiento de las competencias digitales de los docentes como paso fundamental previo a la implementación de una programación didáctica que integre la tecnología con el propósito de fomentar la innovación en el aula. En este sentido, el modelo TPACK favorece una autorreflexión con el fin de que los profesores mejoren su competencia digital docente y, en consecuencia, su desempeño profesional (Huertas Abril y García Molina, 2022).

1.3. Competencia digital docente

1.3.1. De la competencia digital a la competencia digital docente

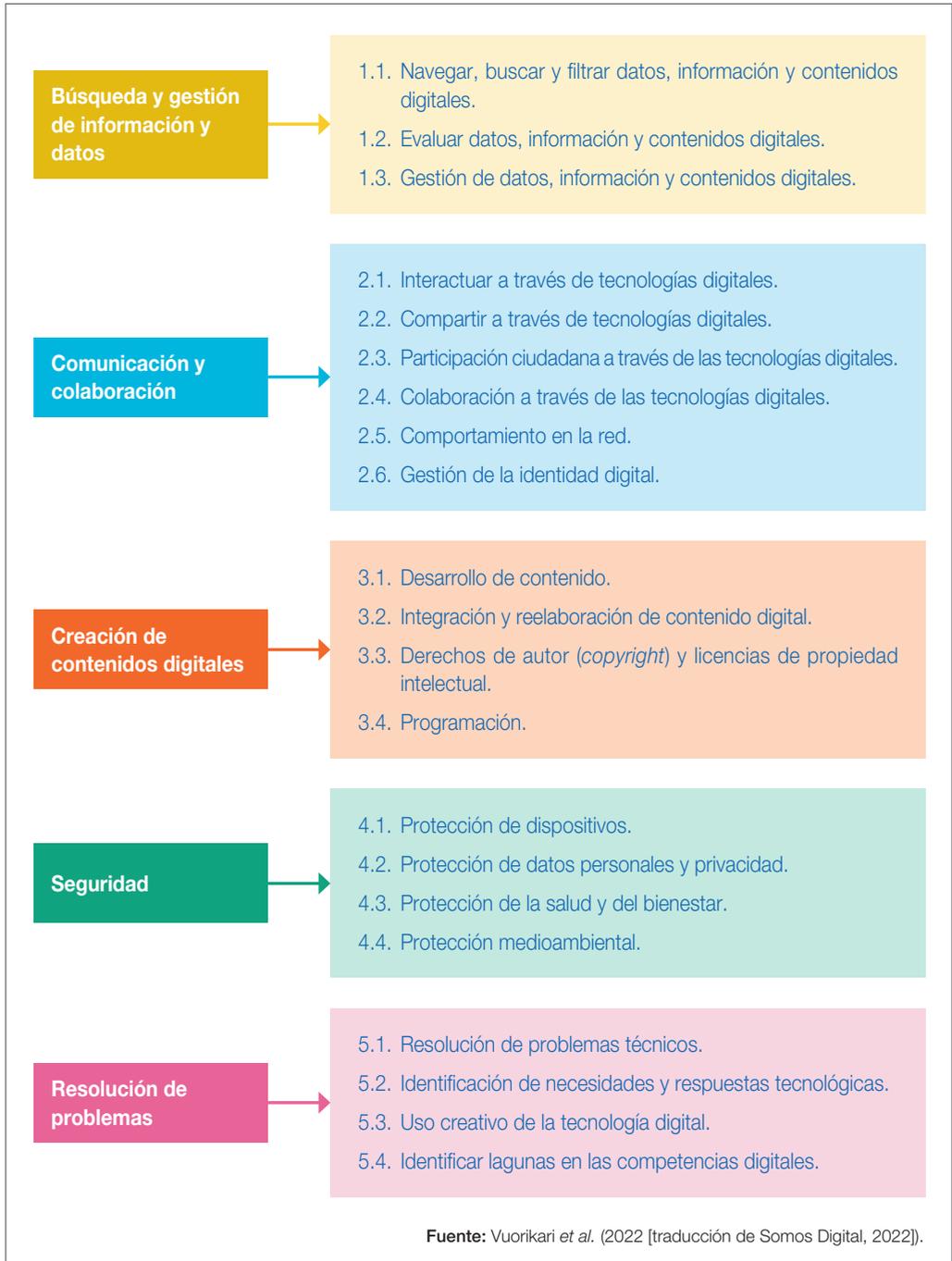
En la actualidad, nos encontramos en una fase de transición de la sociedad de la información a la de gestión de la información. Ya no vale simplemente el conocimiento teórico que se pueda tener sobre una o varias disciplinas, sino cómo este se aplica. Por este motivo, el saber-hacer con la tecnología educativa es fundamental. A este tipo de competencia teórico-práctica se le denomina «competencia digital», cuya propuesta de definición por parte de la Unión Europea se muestra a continuación:

La competencia digital implica el uso seguro, crítico y responsable de las tecnologías digitales para el aprendizaje en el trabajo y para la participación en la sociedad, así como la interacción con estas. Incluye la búsqueda y gestión de información y datos, la comunicación y la colaboración, la creación de contenidos digitales (incluida la programación), la seguridad (incluido el bienestar digital y las competencias relacionadas con la ciberseguridad) y la resolución de problemas (Unión Europea, 2018, p. 9).

Con el fin de fomentar la competencia digital como competencia clave para la ciudadanía europea, la Unión Europea publicó en el año 2013 el Marco Europeo de Competencias Digitales para los Ciudadanos (DigComp 2.0) y cuya última actualización se realizó en febrero de 2022 con la publicación de su versión DigComp 2.2, que actualiza ejemplos de conocimientos, habilidades y actitudes aplicables a cada competencia. El DigComp (Vuorikari *et al.*, 2022) describe las competencias que constituyen la competencia digital ciudadana y que son necesarias hoy en día para usar la tecnología digital de una forma segura, crítica, colaborativa y creativa para conseguir objetivos relacionados con la inclusión del ciudadano en la sociedad digital. Así, el Marco Europeo de Competencias Digitales para los Ciudadanos atiende al desarrollo de una cualificación profesional suficiente en el uso de la tecnología y a la adaptación de la ciudadanía a la transformación digital de la sociedad contemporánea con confianza, sentido crítico y seguridad. El DigComp identifica un total de 21 competencias agrupadas en cinco áreas:

- Alfabetización en el uso de información y datos.
- Comunicación y colaboración.
- Creación de contenido digital.
- Seguridad.
- Resolución de problemas.

Figura 2. Modelo de referencia conceptual del DigComp



1.3.2. Concepto de «competencia digital docente»

En el ámbito de la educación, en los últimos años ha surgido la denominada «brecha digital» que existe entre profesor y alumnado. Los estudiantes actuales han nacido con la tecnología y la han utilizado desde muy temprana edad, motivo por el que se los caracteriza como «nativos digitales» (Prensky, 2001), puesto que «han crecido al amparo de la tecnología, hacen un uso natural de esta y poseen un nivel de habilidades tecnológicas más alto que las generaciones anteriores para el desempeño de actividades digitales concretas» (Alejandre Biel y Álvarez Ramos, 2019, p. 208). El docente ha de ser consciente de esta situación y es por ello por lo que debería formarse en el campo de la tecnología educativa con el fin de mostrar al alumnado cómo hacer un uso responsable de la misma.

Los docentes deberían formarse en el campo de la tecnología educativa con el fin de mostrar al alumnado cómo hacer un uso responsable de la misma

En el ámbito internacional, se han elaborado documentos específicos dirigidos a este cuerpo profesional sobre qué competencias digitales ha de tener todo docente en el ámbito de la tecnología para aplicarlo a la enseñanza. El primero fue publicado por la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) en el año 2008 y se titula *Estándares de competencia en TIC para docentes*. Su tercera versión, la más reciente, es del año 2019 (Butcher, 2019). Este marco internacional divide la práctica profesional de los docentes en seis aspectos:

- Comprender las TIC en la política educativa.
- Currículo y evaluación.
- Pedagogía.
- Aplicación de habilidades digitales.
- Organización y administración.
- Aprendizaje profesional.

Asimismo, este marco organiza el desarrollo de los docentes en cuanto al uso de las TIC en tres niveles sucesivos (Butcher, 2019):

- Adquisición de conocimientos.
- Profundización de los conocimientos.
- Creación de conocimientos.

Otro marco de competencia digital docente relevante a escala internacional es el documento *ISTE Standards for Educators: A Guide for Teachers and Other Professionals* (Crompton, 2017). Este marco propone una escala de siete niveles de competencia digital docente (Cabero-Almenara, Palacios-Rodríguez, 2020):

- Aprendices.
- Líderes.
- Ciudadanos.
- Colaboradores.
- Diseñadores.
- Facilitadores.
- Analistas.

En el ámbito europeo, la Unión Europea publicó un marco específico de referencia de la competencia digital docente, el DigCompEdu, que recoge un total de 22 competencias organizadas en seis áreas (Redecker, 2020):

- **Compromiso profesional.** Relacionada con el entorno profesional, agrupa un total de cuatro competencias: comunicación organizativa, colaboración profesional, práctica reflexiva y desarrollo profesional continuo a través de medios digitales.
- **Contenidos digitales.** Competencias necesarias para el uso y la creación de material digital de aprendizaje. Estas competencias son las siguientes: selección, creación y modificación, protección, gestión e intercambio.
- **Enseñanza y aprendizaje.** Gestión y coordinación del uso de tecnologías digitales educativas. Consta de cuatro competencias: enseñanza, orientación y apoyo en el aprendizaje, aprendizaje colaborativo y aprendizaje autorregulado.
- **Evaluación y retroalimentación.** Se trata de estrategias digitales para mejorar la evaluación. Se compone de tres competencias: estrategias de evaluación analíticas de aprendizaje y retroalimentación, programación y toma de decisiones.
- **Empoderamiento de los estudiantes.** Describe estrategias de enseñanza y aprendizaje centradas en el estudiante con aplicación de la tecnología. Esta área está compuesta de tres competencias: accesibilidad e inclusión, personalización y compromiso activo de los estudiantes con su propio aprendizaje.
- **Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes.** Describe las competencias pedagógicas que facilitan el desarrollo de la competencia digital de los discentes. Consta de cinco competencias: información y alfabetización mediática, comunicación, creación de contenido, uso responsable y solución de problemas.

El DigCompEdu delimita una serie de niveles de competencia que van desde el nivel inicial A1 (novato) hasta el máximo C2 (pionero). Cada uno de los niveles describe el grado de competencia digital docente por el que pueden ir evolucionando los docentes (Redecker, 2020):

- **Novatos (A1).** Han tenido muy poco contacto con herramientas digitales y necesitan orientación para ampliar su repertorio.
- **Exploradores (A2).** Han comenzado a utilizar herramientas digitales, aunque sin seguir estrategias comprensivas o consistentes todavía. Los exploradores necesitan inspiración para expandir sus competencias.
- **Integradores (B1).** Experimentan con herramientas digitales para una variedad de propósitos, tratando de entender qué estrategias digitales funcionan mejor en función del contexto.
- **Expertos (B2).** Utilizan una gama de herramientas digitales con confianza, de manera creativa y crítica, con el fin de mejorar sus prácticas. Amplían continuamente su repertorio de prácticas.
- **Líderes (C1).** Se basan en una amplia lista de estrategias digitales flexibles, completas y eficaces. Son una fuente de inspiración para otros.
- **Pioneros (C2).** Cuestionan las prácticas digitales y pedagógicas contemporáneas, de las que ellos mismos son líderes. Lideran la innovación y son un modelo para los profesores más jóvenes.

Con el fin de incentivar el desarrollo de la competencia digital docente de los profesores que se encuentren en los grados bajo e intermedio, existen herramientas como el Cuaderno Digital Colaborativo de Observación (CDCO) (Mena Octavio y González Argüello, 2022), en el que, a través de la observación y del análisis de la actividad docente entre iguales y del centro, los profesores pueden reflexionar sobre cómo mejorar su propia competencia digital docente en el contexto educativo, fomentando así el intercambio de ideas entre profesores pioneros y novatos.

El profesorado debe estar formado en el ámbito de las TIC para reflexionar sobre las ventajas que puede obtener y cómo ha de aplicarlas según los resultados que haya obtenido, con el fin de mejorar la eficiencia de aprendizaje del alumnado, pues un uso incorrecto de las mismas podría entorpecer el curso de la sesión de aprendizaje

Como afirma Blas (2013), una rigurosa reflexión metodológica de la aplicación de la tecnología educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje es totalmente necesaria. El profesorado debe estar formado en el ámbito de las TIC para reflexionar sobre las ventajas que puede obtener y cómo ha de aplicarlas según los resultados que haya obtenido, con el fin de mejorar la eficiencia de aprendizaje del alumnado, pues un uso incorrecto de las mismas podría entorpecer el curso de la sesión de aprendizaje.

2. Método

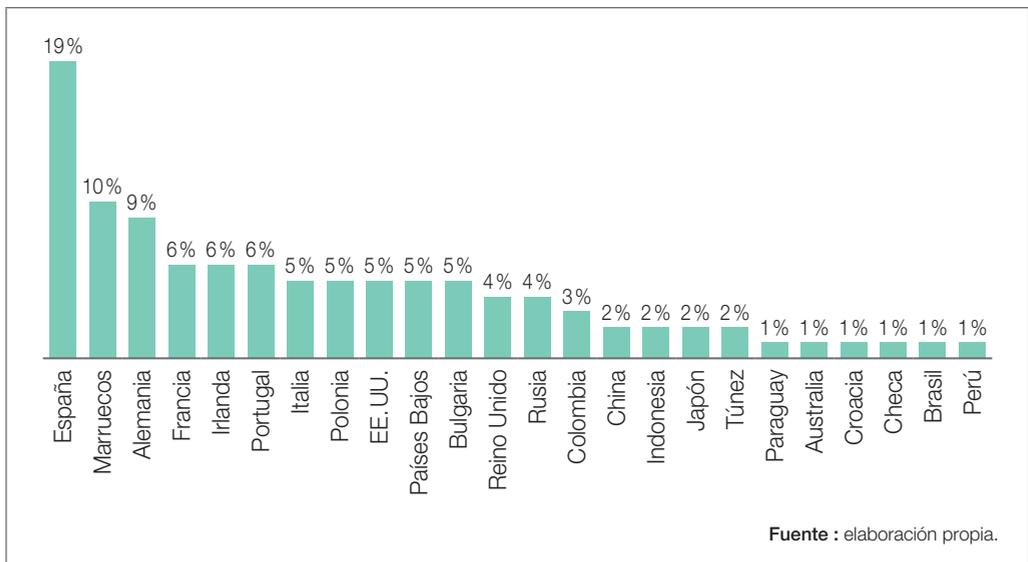
Con el fin de alcanzar el objetivo principal de este trabajo, que es describir la formación digital y el empleo de tecnología educativa móvil de profesores de ELE en el contexto prepandémico, se llevó a cabo un estudio cuantitativo de carácter exploratorio mediante un cuestionario administrado a profesores de ELE con preguntas cerradas de escala Likert como principal instrumento de investigación.

El objetivo principal de este estudio de investigación fue describir la formación digital y el empleo de tecnología educativa móvil por parte de docentes de ELE en el contexto prepandémico

2.1. Participantes

Mediante un muestro no probabilístico aleatorizado se conformó una muestra ($n = 110$) con criterios de selección basados en el perfil docente de los participantes: docentes internacionales de ELE. En lo que se refiere al sexo, el 68,20% de los participantes fueron mujeres ($n = 75$) y el 31,80% ($n = 35$) fueron hombres. La media de los participantes resultó ser de 41,21 años ($DT = 14,601$), con un rango de edad comprendido entre los 22 y los 61 años. Finalmente, con respecto a la nacionalidad, el siguiente gráfico (véase figura 3) presenta la distribución de los participantes.

Figura 3. Distribución de los participantes por nacionalidad



Atendiendo al nivel de formación de los participantes, el 29,10 % ($n = 32$) había cursado una licenciatura o un grado; el 59,10 % ($n = 65$), un máster o posgrado; y el 11,80 % ($n = 13$), un programa de doctorado. Finalmente, y con respecto a la situación profesional, el 52,70 % ($n = 58$) trabajaba en el sector público, mientras que el 47,30 % ($n = 52$) lo hacía en el sector privado. Si atendemos al nivel de enseñanza, el 8,20 % ($n = 9$) impartía docencia en educación primaria; el 25,50 % ($n = 28$), en educación secundaria; el 25,50 % ($n = 28$), en universidad; el 27,30 % ($n = 30$), en academia de lenguas; el 11,80 % ($n = 13$), en el Instituto Cervantes, mientras que el 1,80 % ($n = 2$) no indicó el nivel.

2.2. Instrumento y procedimiento de recolección de datos

Se diseñó un cuestionario para que los profesores reflexionaran acerca de sus actitudes con respecto a la introducción de los dispositivos en sus clases, independientemente de la etapa educativa en la que enseñan o enseñarían.

La validación de este instrumento se realizó a través de una prueba piloto en la que se proporcionó el borrador del cuestionario a cinco profesores de ELE. Tras completar el cuestionario, se realizó una entrevista individual a cada uno para conocer qué dificultades habían tenido y qué ítems modificarían del cuestionario. Se realizaron dos modificaciones que afectaron a los enunciados de los ítems 12 («¿Está satisfecho con su formación digital en el ámbito educativo?») y 15 («Indique los inconvenientes que podría acarrear en su opinión el uso del móvil en clase») para facilitar su comprensión a los informantes.

Se diseñó un cuestionario para que el profesorado reflexionara acerca de sus actitudes con respecto a la introducción de los móviles en sus clases, con independencia de la etapa

El cuestionario final constaba de dos partes. Por un lado, la primera parte la conformaban seis ítems y su objetivo consistía en obtener información demográfica y profesional de los participantes (edad, nacionalidad, género, formación académica, ocupación y etapa educativa en la que imparten clases). Estos datos nos permitieron correlacionar las características profesionales de los participantes con los aspectos relacionados con su competencia digital docente y el empleo del móvil, como se ha realizado en estudios previos (Romero Martínez *et al.*, 2015). Por otro lado, la segunda parte estaba integrada por catorce ítems de pregunta cerrada que se respondían en escala Likert, única respuesta y múltiple respuesta, según la pregunta. En esta sección se pretendía ahondar en la formación digital docente del profesorado, así como en sus percepciones acerca de la inclusión de la tecnología móvil en el aula y su experiencia como docentes con esta tecnología. La elaboración de los ítems se basó en la escala de niveles de competencia digital docente propuesto por el DigCompEdu (Redecker, 2020), así como en estudios previos de esta línea de investigación (Alejaldre Biel y Álvarez Ramos, 2019).

El cuestionario fue voluntario y anónimo, lo que animó a dar respuestas sinceras. Se administró en el semestre de primavera de 2019 y se difundió en línea a través de Google Forms, teniendo en cuenta las ventajas de este tipo de medios señaladas por Phellas *et al.* (2011). Los participantes fueron informados de los objetivos del estudio, dieron su consentimiento para formar parte de esta investigación y tuvieron la oportunidad de interrumpir en cualquier momento su participación. La difusión del cuestionario se realizó a través de grupos de profesores de Facebook y Twitter, así como por correo electrónico, a los 86 centros del Instituto Cervantes

repartidos en el exterior, por lo que esto ha podido influir en el perfil del profesorado participante, ya que se requería tener una cuenta activa en redes sociales o un correo electrónico.

La difusión del cuestionario se realizó a través de grupos de profesores de Facebook y Twitter, así como por e-mail, a los 86 centros del Instituto Cervantes repartidos en el exterior, por lo que esto ha podido influir en el perfil del profesorado participante, ya que se requería tener una cuenta activa en redes sociales o un e-mail

El análisis de los datos obtenidos se realizó en Excel. Con el objetivo de comprender los resultados a través de la observación de manera más efectiva, se generaron los gráficos que se presentan en el siguiente apartado.

3. Resultados

A continuación, se muestran las percepciones del profesorado de ELE acerca de su competencia digital docente, su formación en tecnología pedagógica, así como las destrezas que trabajan utilizando dispositivos móviles y en qué niveles lingüísticos.

En la figura 4 se puede apreciar cómo la mayoría de los encuestados, el 72 % ($n = 79$), cuentan con formación relacionada en las TIC aplicadas a la enseñanza. Por otro lado, el 28 % ($n = 31$) no han recibido este tipo de formación docente.

En lo que respecta a la satisfacción con la formación en competencia digital (véase figura 5), se observa que los resultados se concentran en tres grandes grupos de manera equitativa: los que están muy satisfechos o satisfechos, que son un 35,50 % ($n = 39$); los que se muestran neutrales, que son un 34,50 % ($n = 38$); o los que están poco satisfechos o insatisfechos, cuyo porcentaje es de un 30,90 % ($n = 34$). Como se muestra en la figura 6, el 62 % ($n = 58$) de los participantes carecen de formación específica en MALL, mientras que el 38 % ($n = 36$) sí cuentan con este tipo de formación.

En cuanto a la relación entre la formación digital y el uso de tecnología educativa en el aula (véase figura 7), se aprecia cómo el 54 % ($n = 59$) utilizarían más las TIC como dispositivo educativo si contasen con la formación necesaria, el 33 % ($n = 36$) no lo sabrían a ciencia cierta y únicamente el 14 % ($n = 15$) afirman que no la utilizarían más, aunque contasen con mayor formación.

En lo relativo al empleo de los móviles en la docencia (véase figura 8), el 63 % ($n = 69$) afirman que utilizan el dispositivo móvil en sus clases, mientras que el 37 % ($n = 41$) no los utilizan.

Si se atiende a la frecuencia del uso del móvil en la docencia (véase figura 9), un amplio número de participantes, el 60 % ($n = 66$), asegura utilizar el móvil en algunas ocasiones. Por otro lado, el 22 % ($n = 24$) no lo utilizan apenas, el 14% ($n = 16$) lo usan casi siempre y solo el 4 % ($n = 4$) lo utilizan siempre en clase.

En la figura 10, se presentan los resultados con respecto al espacio físico en el que el profesorado pide al alumnado que emplee el dispositivo móvil. Así, el 51 % ($n = 67$) lo utilizan dentro y fuera del aula; el 37 % ($n = 40$), dentro del aula; y, finalmente, el 12 % ($n = 13$), fuera del aula.

Figura 4. Formación en competencia digital docente

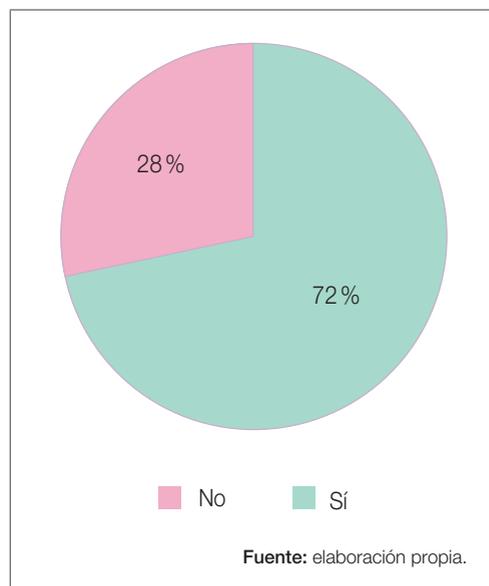


Figura 5. Satisfacción con la formación en competencia digital

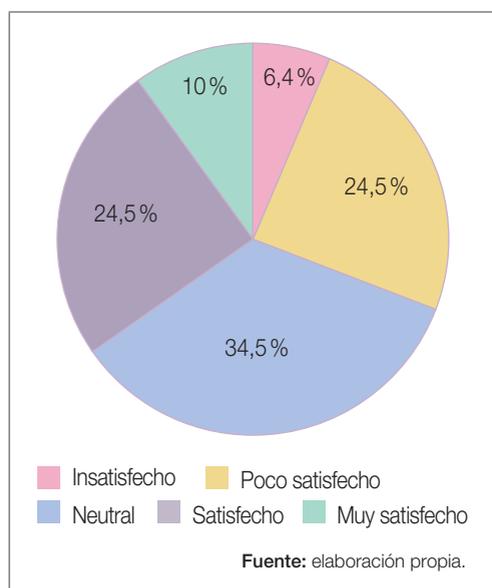


Figura 6. Formación en el uso de dispositivos móviles para la docencia

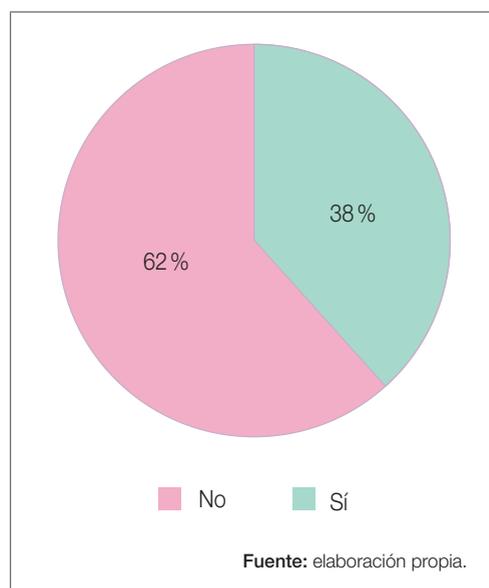


Figura 7. Formación digital y uso de la tecnología educativa en el aula

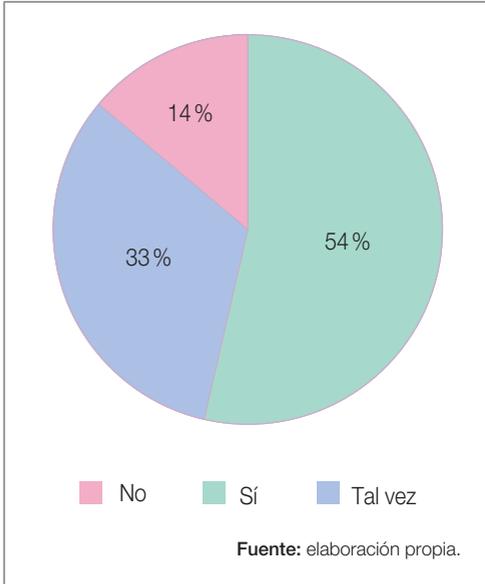


Figura 8. Uso de dispositivos móviles para la docencia

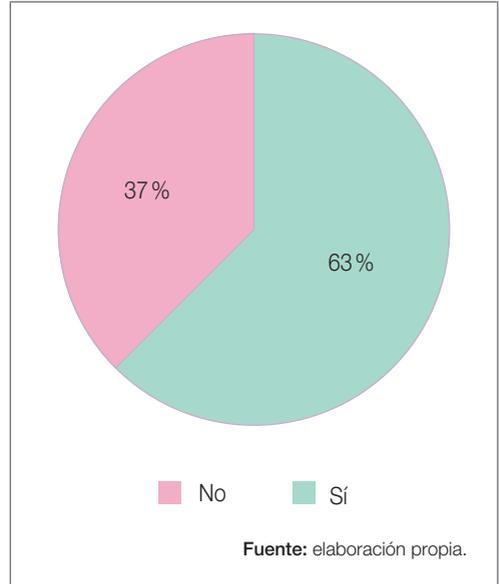


Figura 9. Frecuencia de uso de dispositivos móviles para la docencia

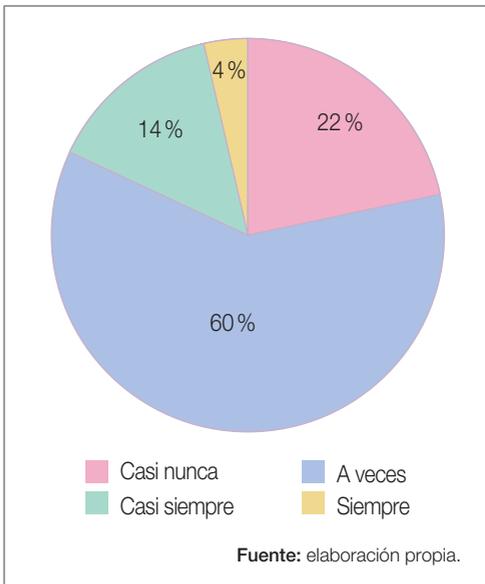
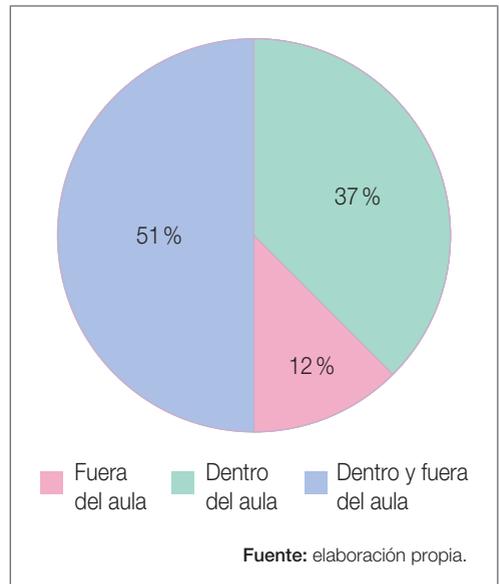
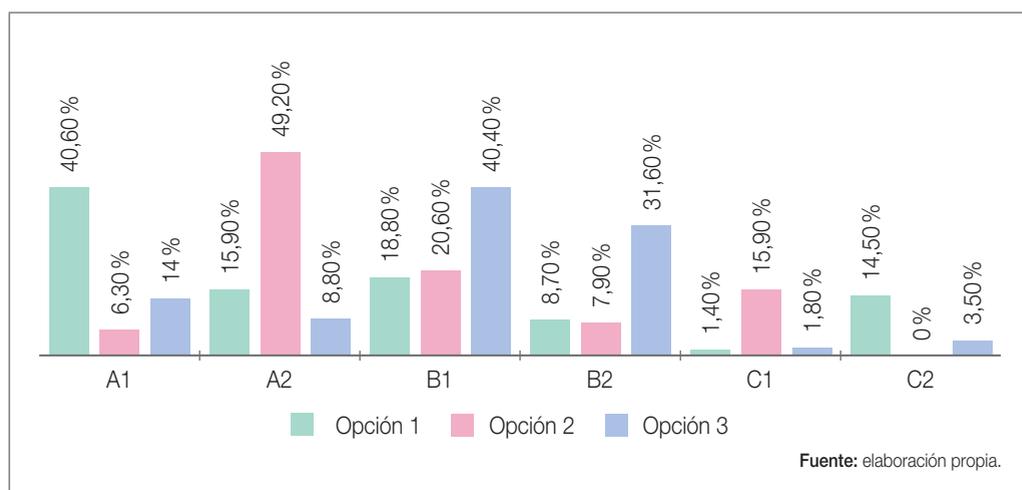


Figura 10. Lugar de uso de dispositivos móviles para la docencia



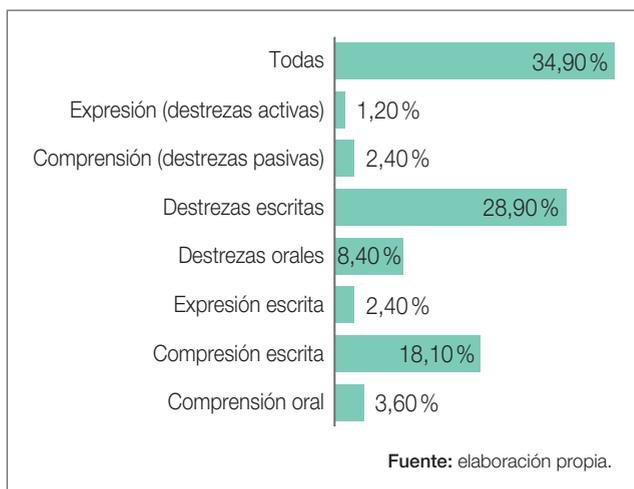
La figura 11 presenta la preferencia de los docentes con respecto al uso de móviles según la competencia lingüística de los alumnos. El nivel A1 se desmarca como el nivel lingüístico de preferencia en la opción 1, con un 40,60 % ($n = 47$); seguido del nivel B1, con un 18,80 % ($n = 21$); y del A2, con un 15,90 % ($n = 17$). En la opción 2, el nivel A2 se desmarca del resto con un 49,20 % ($n = 54$); en segundo lugar, está el nivel B1, con un 20,60 % ($n = 23$); y, en tercer lugar, el C1, con un 15,90 % ($n = 17$). Finalmente, como opción 3, tenemos el nivel B1, con un 40,40 % ($n = 44$) como preferencia; y el nivel B2, con un 31,60 % ($n = 35$).

Figura 11. Opciones de preferencia de los docentes con respecto al uso de móviles por nivel de competencia lingüística



En lo que respecta al trabajo de las competencias lingüísticas con el uso de dispositivos móviles, en la figura 12, observamos que el 34,90 % ($n = 38$) de las personas encuestadas afirman trabajar todas las competencias con los dispositivos móviles. Asimismo, se muestra un mayor empleo aplicado a las destrezas escritas, con un 28,90 % ($n = 32$) (comprensión y expresión escrita), frente a las destrezas orales (comprensión y expresión oral), con un 8,40 % ($n = 9$).

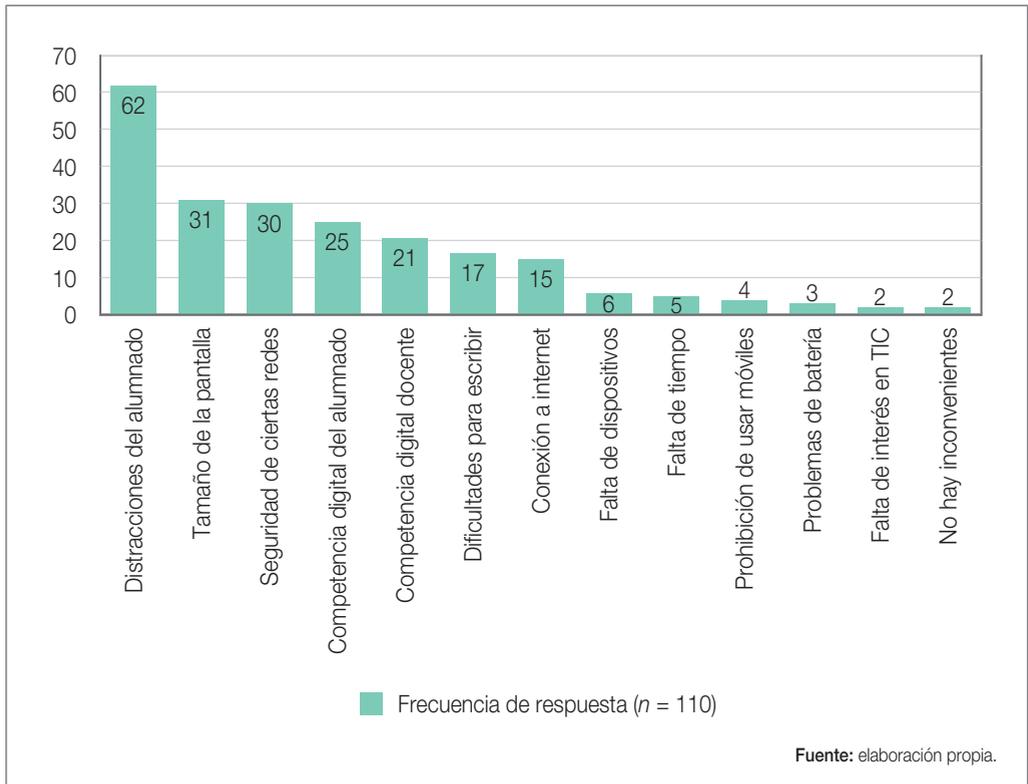
Figura 12. Destrezas lingüísticas con el uso de móviles



Por último, en la figura 13, se han abordado los inconvenientes que supone el empleo de dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje según los docentes. Un 55,50 % ($n = 62$) consideran que su uso puede conllevar distracciones del alumnado. El tamaño de la pantalla y la falta de seguridad conforman el segundo y tercer puesto, con un 29,10 % ($n = 31$) y un 23,50 % ($n = 30$), respectivamente. Se puede destacar también como inconveniente la falta de formación digital por parte del alumnado, con un 20,90 % ($n = 25$), y del docente, con 20 % ($n = 21$).

Por último, es necesario resaltar los problemas técnicos relacionados con el propio dispositivo: dificultad de escritura, un 15,50 % ($n = 17$); problemas de conexión, un 13,20 % ($n = 15$), así como otros incidentes menos frecuentes (falta de dispositivos, prohibición de usar móviles en el centro educativo, problemas de batería o desinterés en las TIC). Solo el 1,80 % ($n = 2$) de los participantes aseguraron que la aplicación de dispositivos móviles en la enseñanza no conllevaba ningún inconveniente.

Figura 13. Principales inconvenientes con relación al uso de móviles en la docencia de ELE en función de la frecuencia de respuesta



4. Discusión

Es necesario enfatizar que este estudio se realizó durante el curso académico precedente a la crisis sanitaria mundial provocada por la pandemia de la COVID-19, que supuso la implementación de una enseñanza remota de emergencia (Hodges *et al.*, 2020). Como consecuencia, los docentes se vieron obligados a utilizar herramientas TIC para poder continuar con su labor docente a distancia, ya fuera de manera síncrona o asíncrona (Picón *et al.*, 2021), lo que ha influido en su competencia digital docente (Martínez-Garcés y Garcés-Fuenmayor, 2020).

Los resultados arrojados ponen de relieve una falta de formación docente relacionada con la aplicación en tecnología móvil educativa entre los participantes. A pesar de que la mayoría (71,80 %) de los docentes encuestados cuenta con formación en nuevas tecnologías, solo el 38,30 % se han formado en la MALL. Este dato contrasta con el hecho de que el móvil es el dispositivo que más atención recibe por parte de la investigación en tecnología educativa (Trujillo Sáez *et al.*, 2019), es decir, la formación docente en tecnología educativa no está actualizada a las tendencias didácticas que se estudian en la literatura científica.

En este sentido, nuestra investigación coincide con la de Fuentes *et al.* (2019) acerca de la formación del profesorado en pedagogías activas con realidad aumentada y cuyos resultados indican que más de la mitad de los docentes encuestados no saben aprovechar el potencial que ofrecen las TIC en el ámbito educativo debido a una falta de formación.

Asimismo, al correlacionar estos datos con los de la satisfacción de los docentes con respecto a su formación en competencia digital, la mayoría se muestran o neutrales o insatisfechos, por lo que esta insatisfacción se podría deber a la metodología de enseñanza de formación que puede mostrarse ineficaz para enseñar a aplicar la tecnología educativa de su ámbito de estudio en un contexto real.

A pesar de que la mayoría (62,70 %) opta por utilizar el móvil como dispositivo pedagógico, la frecuencia de uso no es muy elevada: el 81,93 % de los participantes lo utilizan «a veces» o «casi nunca». Estos resultados están en línea con el estudio de Alejalde Biel y Álvarez Ramos (2019) acerca del uso de herramientas digitales por parte de profesores universitarios españoles, en el que se llegó a la conclusión de que, a pesar de la formación en TIC, los docentes españoles no terminan de implementar los dispositivos digitales en su docencia. Este hecho puede deberse a varios motivos, como el contexto educativo y la logística del centro. No obstante, sería necesario analizar en futuros estudios cómo es la metodología de enseñanza de los docentes y de qué manera afecta a dicha metodología su formación en TIC.

Con este estudio, se ha podido comprobar que los docentes son más proclives a emplear los dispositivos móviles con los niveles lingüísticos iniciales, siendo el orden de preferencia nivel A1, nivel A2 y nivel B1. En esta misma línea se puede destacar que un tercio (34,90 %) de los docentes utilizan los dispositivos móviles para trabajar todas las competencias lingüísticas, destacando principalmente las escritas, con un 28,90 %, debido a que existe un número

importante de aplicaciones móviles que refuerzan esta competencia, como las redes sociales, los diccionarios en línea o los traductores. Asimismo, hay que resaltar el uso del móvil tanto en el espacio físico como en contextos virtuales por parte de la mayoría de los docentes (51 %), en contraste con un uso único en contextos virtuales (12 %). Este dato se debe a que todos los docentes encuestados trabajaban presencialmente, ya que durante este periodo la educación a distancia no estaba tan desarrollada como en la actualidad, tras la pandemia.

Por último, este estudio también ha puesto el foco en los inconvenientes relacionados con el empleo del móvil en clase según los docentes. El 55,50 % afirma que el principal problema que los participantes encuentran con el uso del móvil aplicado a la enseñanza-aprendizaje de lenguas extranjeras son las distracciones del alumno. Este inconveniente, junto con la falta de formación de los docentes, podrían ser las causas principales por las que no se implementan los dispositivos móviles. Estos resultados demuestran que, además de la competencia digital docente, existen otros motivos por los que los docentes no emplean este tipo de tecnología en el aula, como las características de los dispositivos móviles, las distracciones que estos pueden causar en el alumnado o la competencia digital de los estudiantes.

5. Conclusiones

A lo largo de este estudio se han identificado los aspectos más importantes de la MALL y por qué se ha convertido en la nueva tendencia como dispositivo electrónico de apoyo en el aula de lenguas extranjeras. Asimismo, hemos tratado el concepto de «competencia digital docente» y la necesidad de adaptar la formación del profesorado a las necesidades y competencias que se requieren en el siglo XXI. Por ello, se ha descrito la formación en materia digital de los profesores de ELE en cualquier enclave geográfico y se ha relacionado con la implementación de los dispositivos móviles durante sus sesiones de enseñanza.

Al correlacionar la formación en tecnología educativa con el empleo de la tecnología móvil, se ha percibido que, a pesar de que contaban con estudios relacionados con las nuevas tecnologías aplicadas a la docencia, solo un 42,70 % han tenido formación en dispositivos móviles aplicados a la enseñanza-aprendizaje de lenguas extranjeras. Por este motivo, se observa un sistema desactualizado de formación docente, desconectado de la investigación tecnopedagógica, de la sociedad y de las competencias digitales docentes descritas en el marco Dig-CompEdu. Otro dato revelador de este estudio ha sido la satisfacción de los participantes con respecto a su formación en competencia digital docente, ya que la mayoría no están satisfechos con su formación digital docente, por lo que la primera hipótesis (H1) queda validada, a pesar de que ha habido un importante número de docentes que sí estaban satisfechos (34,50 %).

En este sentido, a pesar de los esfuerzos realizados durante los últimos años por parte de instituciones como el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (INTEF) en España o la Comisión Europea para fomentar la competencia digital

docente del profesorado o el marco TPACK, la formación docente de los participantes no manifiesta una presencia importante en la aplicación de tecnologías educativas en el aula, al menos en el periodo previo a la pandemia. Como recomendación, para resolver esta problemática, es necesario el empleo de herramientas que impliquen el aprendizaje práctico de la función docente, como el CDCO (Mena Octavio y González Argüello, 2022), que permiten el intercambio entre docentes novatos (A1) y pioneros (C2) en competencia digital docente a través de la observación y el análisis en el contexto educativo en un cuaderno de autorreflexión creado en OneNote. De este modo, al reflexionar en el propio contexto educativo sobre la competencia digital docente, se fomenta el conocimiento de los contextos educativos que incluye Mishra (2019) en su actualización de la TPACK.

No obstante, la formación digital docente no es el principal motivo por el que los docentes no emplean con frecuencia los dispositivos móviles en el aula. Destacan, también, otras dificultades, como las características físicas de los dispositivos y las distracciones que pueden causar en el alumnado, por lo que la segunda hipótesis (H2) queda refutada, pues la aplicación de la tecnología móvil no solo depende del desarrollo de la competencia digital docente.

Asimismo, en esta investigación nos hemos interesado por el nivel lingüístico en el que se suelen aplicar las tecnologías móviles y se ha apreciado una preferencia por los primeros niveles, como el nivel A1, el nivel A2 y el nivel B1. Otro de los datos obtenidos ha sido el de las competencias lingüísticas trabajadas con el móvil, que ha reflejado una tendencia a reforzar las destrezas escritas, ya que aplicaciones de uso común en la enseñanza de lenguas, como los diccionarios, los traductores y las redes sociales refuerzan estas competencias. Además, son herramientas que suelen ser fáciles de manejar, ya que cuentan con una interfaz intuitiva y se suelen emplear también en el ámbito personal. Esta problemática se podría solucionar fomentando la formación en tecnología educativa específica del ámbito de estudio, para así reforzar el TPK (Misha y Koehler, 2006). De esta manera, se emplearía una mayor variedad de herramientas actualizadas a la realidad educativa.

En la difusión del cuestionario se han hallado varias dificultades, y es que, a pesar de la heterogeneidad de los perfiles de los informantes, el único acceso a los cuestionarios ha sido en línea, al distribuirse por Google Forms, por lo que en cierto sentido ya cuentan con una predisposición a utilizar la tecnología, al menos en el ámbito personal. Esto puede haber provocado un sesgo en las respuestas, puesto que el perfil del participante requería, por norma general, emplear la tecnología con uso personal. Por otro lado, no se ha podido acceder a otros informantes con otro tipo de medios por los límites de la conectividad. Otra de las limitaciones de este estudio es que se realizó durante la época prepandémica, por lo que es necesario realizar un nuevo estudio para comprobar si han variado los resultados en el contexto educativo pospandémico, lo que abre un campo de análisis.

En futuros trabajos, sería interesante analizar el nivel de competencia digital docente según el DigCompEdu de docentes de ELE provenientes de distintos contextos educativos. Además, se podría volver a evaluar a los mismos informantes para analizar el efecto de la pandemia en sus prácticas educativas y en su competencia digital docente.

Referencias bibliográficas

- Al Fadda, H. A. (2020). Determining how social media affects learning English: an investigation of mobile applications Instagram and Snap Chat in TESOL classroom. *Arab World English Journal*, 11(1), 3-11. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3581296>
- Alejaldre Biel, L. y Álvarez Ramos, E. (2019). La competencia digital docente del profesor universitario 3.0. *Caracteres: Estudios Culturales y Críticos de la Esfera Digital*, 8(2), 205-236.
- Aloraini, N. y Cardoso, W. (2020). Social media in language learning: a mixed-methods investigation of students' perceptions. *Computer Assisted Language Learning*, 35(8), 1.707-1.730. <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1830804>
- Blas, A. (2013). *El desarrollo de la competencia digital y sus consecuencias metodológicas*. Centro Virtual Cervantes. https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/publicaciones_centros/PDF/budapest_2013/41_blas.pdf
- Butcher, N. (2019). *Marco de competencias docentes en materia de TIC UNESCO*. UNESCO.
- Cabero, J., Marín, V. y Castaño, C. (2015). Validación de la aplicación del modelo TPACK para la formación del profesorado en TIC. *@TIC. Revista d'Innovació Educativa*, 14, 13-22.
- Cabero Almenara, J. y Palacios Rodríguez, A. P. (2020). Metareflexão na competência de ensino digital: análise de estruturas de competência. *Revista Panorâmica*, 32, 32-48.
- Çakmak, F. (2019). Mobile learning and mobile assisted language learning in focus. *Language and Technology*, 1(1), 30-47.
- Cayachoa-Amaya, I. C., Álvarez-Araque, W. O. y Botia-Martínez, M. L. (2020). El modelo TPACK como estrategia para integrar las TIC en el aula escolar a partir de la formación docente. *Espacios*, 41(16), 1-10.
- Chen, H. (2018). Aprendizaje de español en los dispositivos móviles en China. *Actas del IX Congreso Internacional de la Asociación Asiática de Hispanistas, Bangkok 2016. Monográficos SinoELE*, 17, 410-423. <https://bit.ly/3TJDYAQ>
- Chinnery, G. M. (2006). Going to the MALL: mobile assisted language learning. *Language Learning & Technology*, 10(1), 9-16. <https://www.learntechlib.org/p/74432/>
- Consejo de Europa. (2002). *Marco común europeo de referencia para las lenguas: aprendizaje, enseñanza, evaluación*. Secretaría General Técnica del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte-Subdirección General de Información y Publicaciones/GrupoAnaya/Instituto Cervantes. <https://bit.ly/3U6quQl>
- Crompton, H. (2017). *ISTE Standards for Educators: A Guide for Teachers and Other Professionals*. International Society for Technology in Education.
- Domingo-Coscollola, M.^a, Bosco-Paniagua, A., Carrasco-Segovia, S. y Sánchez-Valero, J.-A. (2020). Fomentando la competencia digital docente en la universidad: percepción de estudiantes y docentes. *Revista de Investigación Educativa*, 38(1), 167-182. <https://doi.org/10.6018/rie.340551>
- Fuentes, A., López, J. y Pozo, S. (2019). Análisis de la competencia digital docente: factor clave en el desempeño de pedagogías activas con realidad aumentada. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2), 21-35. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002>
- Gabarrón Pérez, Á., Pino Rodríguez, A. M.^a, Salvadores Merino, C. y Trujillo Sáez, F. (2020). Tecnología para la enseñanza y el aprendi-

- zaje de lenguas extranjeras. La enseñanza de lenguas asistida por ordenador. Pasado, presente y futuro. *Pragmalingüística*, 28, 238-254.
- Georgiev, T., Georgieva, E. y Smrikarov, A. (2004). M-learning-a new stage of e-learning. *CompSysTech'04. International Conference on Computer Systems and Technologies* (pp. 1-5). <https://doi.org/10.1145/1050330.1050437>
- Gisbert Cervera, M., González Martínez, J. y Esteve Mon, F. M. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 74-83. <https://doi.org/10.6018/riite2016/257631>
- Harris, J. y Hofer, M. (2009). Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-Based TPACK development. En I. Gibson, R. Weber, K. McFerrin, R. Carlsen y D. Willis (Eds.), *Proceedings of SITE 2009-Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 4.087-4.095). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://bit.ly/3DXsCEh>
- Hernández Mercedes, M.ª P. (2012). La integración de las TIC en la clase de ELE. Panorama de una (r)evolución. *International Journal of Foreign Languages*, 1, 63-99.
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. y Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *EDUCAUSE Review*. <https://bit.ly/3zjN0vb>
- Huertas Abril, C. A. (2020). *Tecnologías para la educación bilingüe*. Peter Lang.
- Huertas Abril, C. A. y García Molina, M.ª. (2022). Spanish teacher attitudes towards digital game-Based learning: an exploratory study based on the TPACK model. En C. A. Lane (Ed.), *Handbook of Research on Acquiring 21st Century Literacy Skills Through Game-Based Learning* (pp. 554-578). IGI Global.
- Jordano de la Torre, M.ª, Castrillo de Larreta-Azelain, M.ª D. y Pareja-Lora, A. (2016). El aprendizaje de lenguas extranjeras mediante tecnología móvil en el contexto de la educación a distancia y combinada. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(1), 25-40. <https://doi.org/10.5944/ried.19.1.15287>
- Juan Lázaro, O. (2010). Las TIC en el aula de español: la competencia digital y la autonomía del estudiante. *Mosaico. Revista para la Promoción y Apoyo a la Enseñanza del Español*, 25, 4-11.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S. y Graham, C. R. (2014). The technological pedagogical content knowledge framework. En J. M. Spector, M. D. Merrill, J. van Merriënboer y M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 101-111). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9
- Kukulska-Hulme, A. (2012). Mobile-assisted language learning. *The Encyclopedia of Applied Linguistics*. Wiley Online Library.
- Kukulska-Hulme, A., Lee, H. y Norris, L. (2017). Mobile learning revolution: implications for language pedagogy. En C. A. Chapelle y S. Sauro (Eds.), *The Handbook of Technology and Second Language Teaching and Learning* (pp. 217-233). John Wiley & Sons.
- La Hanisi, A., Risdiyani, R., Dwi Utami, Y. y Sulisworo, D. (2018). The use of WhatsApp in collaborative learning to improve English teaching and learning process. *International Journal of Research Studies in Educational Technology*, 7(1), 29-35. <https://doi.org/10.5861/ijrset.2018.3004>
- Martín Monje, E. (2012). Presente y futuro de la enseñanza de lenguas asistida por ordenador: ¿el final de una era? *Revista de Lin-*

- güística y Lenguas Aplicadas*, 7, 203-212.
<https://bit.ly/3hb2gWC>
- Martínez-Garcés, J. y Garcés-Fuenmayor, J. (2020). Competencias digitales docentes y el reto de la educación virtual derivado de la COVID-19. *Educación y Humanismo*, 22(39), 1-16. <https://doi.org/10.17081/eduhum.22.39.4114>
- Mena Octavio, M. y González Argüello, M.^a V. (2022). El potencial de OneNote para el desarrollo de la competencia digital docente. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 21, 115-154. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.644>
- Mishra, P. (2019). Considering contextual knowledge: the TPACK diagram gets an upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76-78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1.017-1.054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Moreno Fernández, F. (Dir.) (2012). *Las competencias clave del profesorado de lenguas segundas y extranjeras*. Instituto Cervantes. <https://bit.ly/3E1FCZJ>
- Palalas, A. y Ally, M. (Eds.). (2016). *The International Handbook of Mobile-Assisted Language Learning*. China University Press.
- Phellas, C. N., Bloch, A. y Seale, C. (2011). Structured methods: interviews, questionnaires and observation. En C. Seale (Ed.), *Researching Society and Culture* (pp. 181-205). <https://bit.ly/32jftmH>
- Picón, G. A., González de Caballero, G. K. y Paredes Sánchez, J. N. (2021). Desempeño y formación docente en competencias digitales en clases no presenciales durante la pandemia COVID-19. *Arandu-UTIC*, 8(1), 139-153.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Redecker, C. (2020). *Marco europeo para la competencia digital de los educadores: DigCompEdu* (Trad. Fundación Universia y Ministerio de Educación y Formación Profesional de España). Secretaría General Técnica del Ministerio de Educación y Formación Profesional de España.
- Romero Martínez, S. J., Hernández Lorenzo, C. J. y Ordóñez Camacho, X. G. (2015). La competencia digital en los docentes en educación primaria: análisis cuantitativo de su competencia, actitud hacia las nuevas tecnologías en la práctica docente. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 4, 33-51. <https://doi.org/10.51302/tce.2016.77>
- Sánchez-García, J. M. y Toledo-Morales, P. (2017). Tecnologías convergentes para la enseñanza: realidad aumentada, BYOD, flipped classroom. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 55, 1-15. <http://dx.doi.org/10.6018/red/55/8>
- Seseña Gómez, M. (2015). *La competencia digital al servicio del aprendizaje de ELE: uso y abuso de las TIC*. Biblioteca Virtual redELE.
- Shield, L. y Kukulska-Hulme, A. (Eds.). (2008). Editorial. *ReCALL*, 20(3), 249-252. <https://bit.ly/3hwptCZ>
- Trujillo Sáez, F., Salvadores Merino, C. y Gabarrón Pérez, Á. (2019). Tecnología para la enseñanza y el aprendizaje de lenguas extranjeras: revisión de la literatura. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 153-169. <https://www.redalyc.org/journal/3314/331459398008/331459398008.pdf>
- UNESCO. (2008). *Estándares de competencia en TIC para docentes*. <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>

- Unión Europea. (2018). *Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente (ST/9009/2018/INIT)*. <https://bit.ly/3DEZAYz>
- Vázquez Cano, E. y Sevillano García, M.^a L. (Coord.). (2015). *Dispositivos digitales móviles en Educación*. Narcea.
- Villatoro, J. (2010). La competencia digital docente en la enseñanza y aprendizaje de idiomas.
- I Encuentros virtuales Comunidad TodoELE*. <http://bit.ly/3TrN5Jl>
- Vuorikari, R., Kluzer, S. y Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens-With New Examples of Knowledge, Skills and Attitudes*. Publications Office of the European Union.
- Warschauer, M. y Healey, D. (1998). Computers and language learning: an overview. *Language Teaching*, 31, 57-71.

ID Rafael Cuevas Montero. Profesor sustituto interino en la Universidad de Córdoba (España), área de Filología Francesa. Imparte docencia en el grado de Traducción e Interpretación y en el grado de Turismo. Estudió el grado de Traducción e Interpretación (Francés y Alemán) y el Máster en Metodología de la Enseñanza de Español como Lengua Extranjera en la Universidad de Córdoba. Asimismo, realizó el Máster en TIC aplicadas a la Enseñanza de Lenguas en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). En la actualidad, está inscrito en el programa de doctorado interuniversitario de Lenguas y Culturas de la Universidad de Córdoba. Sus líneas de investigación incluyen la telecolaboración y la adquisición de la competencia comunicativa intercultural, poniendo el foco en los ámbitos de ELE y *français langue étrangère* (FLE).

ID Cristina Aránzazu Huertas-Abril. Profesora titular en la Universidad de Córdoba (España), adscrita al Departamento de Filologías Inglesa y Alemana, actualmente, imparte docencia en la Facultad de Ciencias de la Educación y Psicología. Estudió en la Universidad de Córdoba la licenciatura en Traducción e Interpretación y el Máster en Traducción Especializada (Inglés/Francés/Alemán-Español) y se doctoró en el Programa Lenguas y Culturas (premio extraordinario). Sus líneas de investigación incluyen la CALL, la enseñanza de lenguas extranjeras, la educación bilingüe, los estudios de traducción y la brecha lingüística, entre otras.

ID Manuela Álvarez Jurado. Profesora titular de la Universidad de Córdoba (España), área de Traducción e Interpretación. Imparte docencia en el grado de Traducción e Interpretación y en el Máster de Traducción Especializada (Inglés/Francés/Alemán-Español) de la Universidad de Córdoba, así como en el Máster de Traducción Institucional de la Universidad de Alicante (España). Sus líneas de investigación incluyen la historia de la traducción no literaria, la traducción biosanitaria y agroalimentaria y la traducción del paratexto.

Contribución de autores. R. C. M., C. A. H.-A. y M. Á. J. han participado a partes iguales en la elaboración de todos los apartados que constituyen este estudio de investigación.

Aula del futuro en Portugal: análisis de experiencias educativas y necesidades docentes

Pedro Antonio García-Tudela (autor de contacto)

Contratado predoctoral FPU (Formación del Profesorado Universitario)
de la Universidad de Murcia (España)

pedroantonio.garcia4@um.es | <https://orcid.org/0000-0003-0405-923X>

Pedro Reis

Profesor asociado del Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (Portugal)

preis@ie.ulisboa.pt | <https://orcid.org/0000-0002-9549-2516>

Isabel María Solano-Fernández

Profesora titular de universidad de la Universidad de Murcia (España)

imsolano@um.es | <https://orcid.org/0000-0003-3760-8899>

Extracto

Existen numerosos trabajos teóricos en torno a las aulas del futuro (AdF) o *smart learning environments* (SLE), sin embargo, hasta el momento no está tan extendida su práctica. Por ello, los objetivos de este estudio son conocer las AdF implementadas, identificar las tecnologías utilizadas y analizar las necesidades de los docentes que imparten clase en estos nuevos entornos. El presente trabajo consiste en un estudio cuantitativo de carácter exploratorio para el que se ha diseñado y empleado un cuestionario *ad hoc* compuesto por 56 ítems. Dicho cuestionario fue enviado a 22 responsables de AdF de Portugal y se ha conseguido una muestra participante de 13 (hombres y mujeres). Los resultados, obtenidos a partir de estadísticos descriptivos, tablas de contingencia y pruebas exactas de Fisher ponen de manifiesto que en la mayoría de los casos se hace un uso de metodologías activas, se emplean diferentes estrategias de evaluación, se utiliza, generalmente, la pizarra interactiva y otras tecnologías digitales, pero, no tanto, la inteligencia artificial, las analíticas de aprendizaje, etc. Asimismo, existe una notable satisfacción profesional con las experiencias implementadas, aunque se detectan algunas necesidades, como la formación recibida en relación con estos entornos, la comunicación con las familias, entre otras. Por lo tanto, de este trabajo se concluye que existen determinadas diferencias entre la teoría publicada sobre las AdF o los SLE y la práctica desarrollada con la muestra implicada.

Palabras clave: entornos inteligentes de aprendizaje; aula del futuro; tecnologías de la información y la comunicación (TIC); tecnología educativa; educación primaria; educación secundaria; educación permanente.

Recibido: 28-10-2022 | Aceptado: 05-06-2023 | Publicado: 07-01-2024

Cómo citar: García-Tudela, P. A., Reis, P. y Solano-Fernández, I. M.^a. (2024). Aula del futuro en Portugal: análisis de experiencias educativas y necesidades docentes. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 117-142. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.7267>

The classroom of the future in Portugal: analysis of educational experiences and teaching needs

Pedro Antonio García-Tudela (corresponding author)

*Contratado predoctoral FPU (Formación del Profesorado Universitario)
de la Universidad de Murcia (España)*

pedroantonio.garcia4@um.es | <https://orcid.org/0000-0003-0405-923X>

Pedro Reis

Profesor asociado del Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (Portugal)

preis@ie.ulisboa.pt | <https://orcid.org/0000-0002-9549-2516>

Isabel María Solano-Fernández

Profesora titular de universidad de la Universidad de Murcia (España)

imsolano@um.es | <https://orcid.org/0000-0003-3760-8899>

Abstract

There is a great deal of theoretical work on the classrooms of the future (AdF) or smart learning environments (SLE), however, so far their practice is not so widespread. Therefore, the objectives of this study are to learn about the AdF implemented, to identify the technologies used and to analyse the needs of teachers who teach in these new environments. The present study consists of an exploratory quantitative study for which an *ad hoc* questionnaire consisting of 56 items has been designed and used. This questionnaire was sent to 22 AdF managers in Portugal and a participating sample of 13 (men and women) was obtained. The results, obtained from data analysis using descriptive statistics, contingency tables and Fisher's exact tests, show that in most cases active methodologies are used, different assessment strategies are used, the interactive whiteboard and other digital technologies are generally used, but artificial intelligence, learning analytics, etc., are not so much used. Likewise, there is notable professional satisfaction with the experiences implemented, although some needs are detected, such as the training received in these environments, communication with families, among others. Therefore, this study concludes that there are certain differences between the theory published in relation to AdF or SLE and the practice developed with the sample involved.

Keywords: smart learning environments; future classroom; information and communication technologies (ICT); education technology; primary education; secondary education; lifelong education.

Received: 28-10-2022 | Accepted: 05-06-2023 | Published: 07-01-2024

Citation: García-Tudela, P. A., Reis, P. and Solano-Fernández, I. M.^a. (2024). The classroom of the future in Portugal: analysis of educational experiences and teaching needs. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 117-142. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.7267>



Sumario

1. Introducción
 2. Objetivos
 3. Método
 - 3.1. Muestra
 4. Resultados
 - 4.1. Descripción de las AdF desarrolladas
 - 4.2. Tecnologías empleadas en las AdF
 - 4.3. Satisfacción profesional con el AdF y necesidades detectadas
 5. Discusión y conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: este artículo ha sido financiado con la ayuda EIDUM-CMN 2021 para estancias en España y en el exterior convocada según R-457/2021. Los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, los autores del artículo han obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación.

1. Introducción

A lo largo del tiempo, el desarrollo tecnológico siempre ha marcado diferentes progresos en la humanidad. De tal forma que si se tiene en cuenta la integración de ciertas tecnologías en la industria, como el *internet of things* (IoT), el *big data*, la computación en la nube, etc., se debería asumir que en la actualidad se está desarrollando la cuarta revolución industrial, la cual está suponiendo un gran impacto social (Barrientos-Avendaño y Areniz-Arévalo, 2019; Grybauskas *et al.*, 2022).

Como resultado de la integración de dicha tecnología en la sociedad y los cambios que está conllevando, ha surgido el concepto de *smart city*. De una manera más concisa, esta fue definida originalmente por Mitchell (2007) como una evolución de la ciudad, al integrar sensores, identificadores, redes de telecomunicaciones, etc., para conseguir una ciudad más eficiente. Desde una perspectiva más práctica y actual, este progreso de las ciudades ha propiciado diferentes avances en términos sanitarios (Tao y Velásquez, 2022), de seguridad (Kumar Saini *et al.*, 2022), de movilidad (Kaluarachchi, 2022), entre otros sectores. Sin embargo, en este trabajo se profundiza en la educación, puesto que el desarrollo de las ciudades inteligentes también ha condicionado la evolución en el contexto educativo (Nguyen *et al.*, 2022).

De una manera más concreta, el desarrollo de las ciudades inteligentes ha propiciado la aparición de los SLE o entornos inteligentes de aprendizaje. Incluso, hay trabajos que señalan que los SLE están suponiendo un nuevo paradigma educativo a través del que se favorecerá la adquisición de las nuevas competencias del siglo XXI (Zhu *et al.*, 2016). De manera sintética, se podría afirmar que los SLE son el resultado de una adecuada integración de dispositivos y tecnologías inteligentes para favorecer el desarrollo de una enseñanza adaptativa y personalizada (Peng *et al.*, 2019). Asimismo, otros autores profundizan en el espacio y tiempo en el que se debería llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje en un SLE y estos destacan que tendría que ser en cualquier lugar y momento (Hwang, 2014; Yusufu y Nathan, 2020).

De forma más específica, para desarrollar un SLE se deben contemplar algunos principios esenciales: flexibilidad de los elementos físicos, comodidad, adaptabilidad, personalización, conectividad, orden y organización, apertura y seguridad (Bautista y Borges, 2013). Sin embargo, Bdiwi *et al.* (2019) sintetizan y afirman que para implementar un SLE se deben cumplir tres requisitos: la tecnología y su conectividad, unas metodologías educativas adecuadas y la ergonomía.

En este punto es preciso destacar que existen definiciones de SLE que recogen todos estos aspectos:

Physical environments enriched with technology and augmented with virtual education environments so as to optimize the training activity. By means of enriched methodologies and strategies and enriched assessment the cohesion between both environments (face-to-face and virtual) is promoted, thus creating a context enriched with new learning possibilities for each of the students. Likewise, smart technology brings together the whole community and models experiences built upon the ergonomics of the SLE itself (García-Tudela *et al.*, 2021, p. 11)¹.

En relación con la ergonomía, esta guarda una estrecha relación con la perspectiva inclusiva o adaptativa, tal y como se ha señalado de manera previa. Principalmente, porque es la disciplina que no solo se centra en el diseño del espacio de trabajo o en el uso de un mobiliario adecuado, sino que, en el marco de los SLE, también comprende el uso de las tecnologías adaptativas, los itinerarios personalizados de aprendizaje, así como otros aspectos que favorezcan una experiencia educativa individualizada, tanto presencial como virtualmente (García-Tudela *et al.*, 2020).

Según Singh (2022), la enseñanza inteligente se podría sintetizar en el hecho de incluir tecnologías inteligentes con el fin de optimizar el proceso de aprendizaje en relación con la educación tradicional. Muy relacionado con esta intención que tienen los SLE, desde 2011 a 2014 se llevó a cabo una investigación derivada del proyecto Innovative Technologies for Engaging Classrooms (iTEC)², cuyo principal objetivo era experimentar nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje para mejorar la integración de las TIC en el contexto educativo formal a través de la participación de 26 socios de 20 países europeos. Para ello, se creó un laboratorio con diversas áreas en las que había una extensa dotación tecnológica para que el estudiante pudiese resolver cualquier proyecto y, así, desarrollar sus competencias.

Tras los resultados hallados del estudio mencionado, en 2012, la European Schoolnet decide crear el Future Classroom Lab (FCL). Principalmente, esta iniciativa consiste en transformar el aula y, con ello, la experiencia de aprendizaje a través de integrar diversas tecnologías en el aula para favorecer un modelo revolucionario de enseñanza y aprendizaje (Pardo-Baldoví, 2019; Tena Fernández y Carrera Martínez, 2020). Esta propuesta también supone una aproximación a la práctica de los SLE, puesto que las AdF, tal y como se ha referenciado, también consisten en la integración de diversas tecnologías para alterar los

¹ [Entornos físicos enriquecidos con tecnología y potenciados con entornos educativos virtuales para optimizar la actividad formativa. A través de metodologías y estrategias enriquecidas, así como de evaluación enriquecida, se promueve la cohesión entre ambos entornos (presencial y virtual), creando así un contexto enriquecido con nuevas posibilidades de aprendizaje para cada uno de los estudiantes. Asimismo, la tecnología inteligente reúne a toda la comunidad y modela experiencias basadas en la ergonomía del propio SLE].

² <https://itec.eun.org>

roles involucrados en la enseñanza, así como las metodologías empleadas tradicionalmente, y, de esta forma, conseguir mejoras en la adquisición de conocimientos y desarrollo de competencias. Además, también contempla tanto el aprendizaje presencial como el virtual sincrónico y asincrónico (Attewell, 2019).

Al igual que a través de la ergonomía de los SLE se decide la distribución del espacio disponible y la selección del mobiliario más adecuado, así como otras decisiones para optimizar la tarea de los estudiantes y los docentes, en las AdF, la ordenación espacial, y su consiguiente reparto de las diferentes tecnologías, también posee un valor destacado para dar respuesta a las necesidades de los agentes implicados (Osés Urteaga, 2018). Principalmente, en las AdF, suelen existir seis áreas o zonas (Área de Tecnología Educativa [ATE], 2020; Attewell, 2019; Olmos Piñar y Pardo Baldoví, 2019):

- **Presentar.** Espacio para que tanto profesorado como alumnado pueda proyectar presentaciones u otros recursos audiovisuales y así dar a conocer sus trabajos al resto del grupo. Suele haber una pizarra digital interactiva o una pantalla y unas gradas móviles para que todos los estudiantes se puedan ver y la discusión se favorezca.
- **Investigar.** Esta es la zona para trabajar en grupo y desarrollar los proyectos y las tareas de una manera colaborativa junto con el resto de compañeros. Suele disponer de recursos variados, según sea el proyecto que se vaya a desarrollar, pero se pueden encontrar recursos como microscopios, kits de robótica, ordenadores portátiles, etc.
- **Crear.** Un espacio para llevar a la práctica tanto la elaboración de cualquier artefacto como la creación de las presentaciones o los vídeos que se necesitarán para dar a conocer al resto de grupos los resultados conseguidos. Los recursos más habituales suelen ser una pared cromada, cámaras, kit de iluminación, impresoras 3D, etc.
- **Intercambiar.** Zona dedicada a la realización de tareas puntuales en pequeños grupos y supervisadas por el docente. Se suele utilizar también para la realización de lluvias de ideas, tutoría entre iguales, etc. Para ello, suelen estar disponibles mesas colaborativas digitales, aplicaciones digitales para intercambiar opiniones, como, por ejemplo, a través de mapas mentales, recursos para la realización de videoconferencias y más.
- **Interactuar.** Principalmente se utiliza para facilitar el intercambio de opiniones antes, durante y después de la elaboración de un proyecto, así como para la creación de debates dentro de un grupo, o, incluso, para llevar a cabo una evaluación formativa o una coevaluación. Los recursos que se suelen encontrar son dispositivos móviles, pizarra interactiva, mesas y sillas móviles.
- **Desarrollar.** Suele ser el área más libre, puesto que se apuesta por el aprendizaje informal y autodirigido, a través del que el alumnado –generalmente, de manera individual– ve vídeos para formarse sobre algún tema concreto, escucha *podcasts*, utiliza alguna aplicación digital, entre otras actividades que fomenten la reflexión en torno a la temática que se esté trabajando.

A pesar de que en guías oficiales y en otros trabajos se haga alusión a estas seis áreas esenciales de las AdF, existen experiencias educativas que se han implementado en colegios de educación primaria en las que estos espacios se agrupan en parejas, puesto que, tal y como se ha expuesto, muchas de estas zonas son similares o se pueden complementar de manera adecuada. Concretamente, Pelayo Virlán (2021) señala que en su propuesta de aula del futuro se agruparon las áreas de la siguiente forma: «Zona Investiga y Desarrolla», «Zona Crea y Explora» y, por último, «Zona Interactúa y Presenta».

Independientemente de la distribución del espacio para crear el entorno presencial del aula del futuro, los recursos tecnológicos disponibles son similares. No obstante, además de los señalados previamente, otras tecnologías que también suelen estar presentes en las AdF o en los SLE son tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual, *big data*, inteligencia artificial, sensores de factores ambientales, IoT, tecnología RFID (*radio frequency identification*), etc. (Bdiwi *et al.*, 2019; Li y Wong, 2021; Mogas Recalde *et al.*, 2020).

En cuanto a las metodologías educativas que se emplean en estos entornos, destacan las metodologías activas, sobre todo el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje servicio o la gamificación (Olmos Piñar y Pardo Baldoví, 2019; Pardo Baldoví, 2020).

Tal y como ya se ha indicado, el FCL ha potenciado el desarrollo de las AdF tanto dentro como fuera de Europa. Sin embargo, en el trabajo de Tena Fernández y Carrera Martínez (2020), se destaca que Bélgica, España y Portugal son tres casos apropiados para ser estudiados. El primero porque es el precursor y los dos peninsulares, porque permiten la comparación de cómo un mismo modelo se puede aplicar en realidades diferentes con sus necesidades particulares. De tal forma que en este trabajo se profundiza en la práctica educativa portuguesa.

2. Objetivos

El objetivo general (OG) de este estudio es el siguiente:

OG. Describir la práctica de las AdF que se están implementando en los centros educativos de etapas obligatorias de Portugal.

Dicho OG se concreta en tres objetivos específicos (OE):

OE1. Conocer cómo se están utilizando las AdF en las etapas obligatorias de Portugal.

OE2. Identificar las tecnologías que se están usando en las AdF portuguesas.

OE3. Analizar las necesidades que presentan los docentes portugueses al emplear un AdF.

3. Método

Esta investigación se enmarca en una metodología cuantitativa con un diseño de carácter exploratorio, puesto que, tal y como se ha evidenciado, el objeto de estudio es un problema poco estudiado y que destaca por su carácter emergente. Como señalan Hernández-Sampieri *et al.* (2010), la finalidad de este tipo de estudios es la familiarización con fenómenos novedosos, hallar información para desarrollar otras investigaciones más especializadas, identificar conceptos o variables promisorias y sugerir prioridades para investigaciones futuras. De tal forma que el objetivo final de este estudio es determinar tendencias y posibles relaciones entre variables para proponer otras líneas de investigación más concretas a raíz de los resultados obtenidos.

En relación con el instrumento, este consiste en un cuestionario *ad hoc* basado en las dimensiones del modelo SLE-5 (García-Tudela *et al.*, 2021). Para su validación se ha empleado un método Delphi de dos rondas. En ambas han participado siete expertos, los cuales han sido seleccionados atendiendo a su trayectoria de investigación vinculada con la disciplina de la tecnología educativa, teniendo en cuenta su experiencia profesional (mínimo 10 años) y que no perteneciesen a la misma universidad o centro de investigación.

Para el desarrollo del proceso de validación se diseñó un instrumento en el que, a partir de tres bloques (sociodemográfico, experiencia de innovación y satisfacción profesional), se evaluó la pertinencia, la univocidad y la importancia de un total de 71 ítems. Asimismo, sobre cada ítem también fue posible añadir cualquier observación cualitativa.

Para la aplicación del método Delphi se han tenido en cuenta diversas recomendaciones, tales como contemplar la participación de al menos siete expertos, seleccionar a los expertos teniendo en cuenta una experiencia profesional superior a cinco años, ser de diferentes universidades españolas y contar con experiencia laboral en el ámbito de las TIC; recoger la opinión de los expertos de una manera individual y anónima; diseñar y utilizar una misma plantilla para obtener la información de todos los participantes; y, también, aplicar un proceso iterativo basado en diferentes rondas hasta que exista un consenso entre todos los expertos (Cabero Almenara y Barroso Osuna, 2013; Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008; Reguant-Álvarez y Torrado-Fonseca, 2016).

Tras el desarrollo de esta prueba de validación, la versión definitiva del instrumento está compuesta por 56 ítems distribuidos en tres bloques:

- 9 ítems sociodemográficos de respuesta corta o preguntas dicotómicas.
- 27 ítems de escala Likert de cinco niveles para conocer la experiencia desarrollada. Los niveles de respuesta son 1 (nunca), 2 (casi nunca), 3 (ocasionalmente), 4 (casi siempre) y 5 (siempre).

- 20 ítems con una escala Likert de cinco puntos para identificar el grado de satisfacción y las necesidades profesionales. Los niveles de respuesta son 1 (nada satisfecho), 2 (poco satisfecho), 3 (normal), 4 (satisfecho) y 5 (muy satisfecho).

El hecho de usar una escala impar de cinco niveles con una opción intermedia se respalda tanto en las recomendaciones y en los argumentos expuestos por McMillan y Schumacher (2005) como en los hallazgos de Matas (2018).

En relación con el análisis de datos, este se ha desarrollado a través del programa informático SPSS en su versión 28. Concretamente, para los resultados se han empleado estadísticos descriptivos, como la media, la desviación típica, la asimetría y la curtosis. También se emplean diagramas de barras para representar algunos datos de esta misma naturaleza.

Por otro lado, en el caso de identificar las correlaciones existentes entre las diversas variables recogidas en el cuestionario, se han aplicado tablas de contingencia y el test exacto de Fisher-Freeman Halton, el cual se utiliza para conocer la correlación entre variables cualitativas con muestras pequeñas (Molina, 2021). Además, también se recomienda su uso como alternativa a la prueba chi-cuadrado cuando al menos el 25 % de las frecuencias esperadas es inferior a tres (Romero Saldaña, 2011). Para la interpretación de los resultados del test exacto de Fisher-Freeman Halton se debe rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la relación entre las variables, siempre que $p < 0,05$ (Ozturk *et al.*, 2021).

Asimismo, es preciso mencionar que se analizó la fiabilidad del instrumento obteniendo un alfa de Cronbach de 0,929, lo que se considera como una fiabilidad general alta.

3.1. Muestra

La población de este estudio está formada por 22 responsables de las AdF de centros educativos portugueses de niveles obligatorios, puesto que se excluyeron las AdF pertenecientes a niveles no obligatorios, como la educación superior, la preescolar, la formación profesional o la formación permanente. La población se ha seleccionado a partir de la lista oficial de FCL³.

En Portugal, el sistema educativo obligatorio está compuesto por la enseñanza básica y la enseñanza secundaria. La enseñanza básica se divide en tres ciclos (de 6 a 11 años, de 11 a 14 años y de 14 a 16 años), mientras que la secundaria consiste en tres cursos que abarcan de los 16 a los 18 años.

Concretamente, los centros invitados (población definida previamente) a formar parte de la muestra se distribuyen tal y como se expone en el cuadro 1.

³ <https://bit.ly/3n2Cofd>

Cuadro 1. Población del estudio

	N
Centros que imparten los tres ciclos de enseñanza básica.	4
Centros que únicamente imparten el primer ciclo de enseñanza básica.	3
Centros que imparten el primer y segundo ciclo de enseñanza básica.	1
Centros que imparten el tercer ciclo de enseñanza básica y también la enseñanza secundaria.	12
Centros que únicamente imparten enseñanza secundaria.	2

Nota. N (población del estudio).

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, atendiendo al número de cuestionarios cumplimentados, la muestra participante está compuesta por 13 responsables. En atención a la naturaleza exploratoria del estudio, el tamaño muestral es aceptable, puesto que en este tipo de trabajos se acepta un número más bajo de participantes. Además, no es precisa la aplicación de un muestreo probabilístico (Hernández-Sampieri *et al.*, 2010; McMillan y Schumacher, 2005).

Concretamente, de los 13 responsables de la muestra, nueve son de educación básica (tres son de primer ciclo, uno es de segundo ciclo y cinco son de tercer ciclo) y cuatro son de educación secundaria.

En relación con la titularidad de estos centros educativos, ocho son públicos y cinco privados. A continuación, en el cuadro 2 se establece una relación entre el nivel del centro con su titularidad.

Cuadro 2. Muestra participante según el nivel y la titularidad del centro educativo

	Público (n)	Privado (n)
Enseñanza básica	4	5
Enseñanza secundaria	4	0

Nota. n (número de la muestra participante).

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los datos sociodemográficos de la muestra, cabe destacar que 10 son mujeres, mientras que tres son hombres. La edad media es de 51,50 años, siendo la mínima 22 años y la máxima 66 años. Asimismo, la media de años de experiencia docente es de 26,61 años, teniendo en cuenta que la docente más novel tiene un año de experiencia, mientras que el que más experiencia tiene son 41 años.

Por otro lado, con relación a la implementación del AdF, tres docentes afirman estar utilizándola menos de tres años; cinco, entre tres y cinco años; mientras que cinco reconocen que más de cinco años. Además, 10 profesionales señalan que el AdF lo usan con todas las edades y áreas de conocimiento que enseñan, mientras que tres solo lo emplean de manera puntual con determinadas edades.

4. Resultados

4.1. Descripción de las AdF desarrolladas

El diseño, la implementación y la evaluación de cada AdF pueden ser diferentes según el contexto donde se lleve a cabo, de tal forma que, a través del cuadro 3, se recogen los principales resultados sobre cuáles son las prácticas desarrolladas en estos entornos.

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos de las experiencias desarrolladas en el AdF

	Media	SD	Asimetría	Curtosis
El alumnado cuenta con una plataforma virtual que puede utilizar fuera del aula.	4,62	0,650	-1,576	1,801
La agrupación del alumnado se realiza a través de una aplicación digital (inteligencia artificial)	2,92	1,379	-0,073	-0,567
El trabajo con tecnologías que hago en el AdF tiene continuidad fuera del aula por parte del alumnado.	3,77	1,092	-1,281	2,548
Utilizo la clase magistral en el AdF.	2,75	1,138	-0,305	-1,265
Utilizo metodologías activas (aprendizaje basado en proyectos, gamificación, aprendizaje cooperativo, etc.) en el AdF.	4,31	0,751	-0,611	-0,776





	Media	SD	Asimetría	Curtosis
A través de la tecnología utilizada en el AdF se crean diferentes rutas o itinerarios de aprendizaje según el nivel de los estudiantes.	3,92	0,862	-0,758	0,852
Adapto o personalizo las actividades según las preferencias o necesidades de cada estudiante.	3,77	1,013	-0,599	-0,363
Antes de empezar una nueva unidad, mis estudiantes realizan una evaluación inicial a través de herramientas digitales del AdF.	3,00	1,225	-0,322	-0,618
Doy <i>feedback</i> a mis estudiantes tras corregir sus tareas y se lo hago llegar a través de las herramientas digitales del AdF.	3,85	1,144	-1,232	2,059
Al terminar una unidad o proyecto evalúo a mis estudiantes con una evaluación sumativa (examen u otro tipo de prueba) usando la tecnología del AdF.	3,46	0,967	-1,178	2,849
Mis estudiantes autoevalúan su progreso a través de herramientas digitales del AdF.	3,38	1,193	-1,244	1,012
Mis estudiantes se evalúan entre ellos (evaluación por pares) haciendo uso de las tecnologías del AdF.	2,85	1,214	0,012	-0,654
Utilizo diferentes estrategias de evaluación según cada estudiante.	4,08	0,954	-0,854	0,221
El equipo directivo de mi centro se implica en el diseño y en la supervisión del AdF.	3,25	1,215	-0,934	0,460
Solicito colaboración a otros docentes del colegio para diseñar e implementar el AdF.	3,31	1,316	-0,673	-0,373
Existe una comunicación con las familias de mis estudiantes a través de la tecnología del AdF.	3,77	1,235	-1,054	0,723
Actividades para que mis estudiantes las desarrollen junto a su familia a través de la tecnología del AdF.	3,08	1,256	-0,168	-0,192

	Media	SD	Asimetría	Curtosis
Otros agentes externos a la comunidad educativa (diseñadores gráficos, desarrolladores web, asociaciones, etc.) se involucran en el diseño e implementación del AdF.	2,31	1,032	0,344	-0,772
Mis estudiantes tienen diferentes roles en el AdF.	3,00	1,000	-1,182	1,036
Las condiciones ambientales de mi clase física se ajustan automáticamente (temperatura, iluminación, ventilación, etc.).	2,23	1,481	0,990	-0,128
Selecciono la tecnología de mi AdF atendiendo a sus criterios de seguridad y protección de datos.	4,08	1,256	-1,361	1,548
Indico a mis alumnos cómo hacer un uso seguro, sostenible y responsable de la tecnología que utilizamos en el AdF.	4,15	0,899	-0,342	-1,778

Nota. SD (standard deviation/desviación estándar).

Fuente: elaboración propia.

Las prácticas más desarrolladas del AdF, es decir, aquellas cuyas medias poseen un valor superior a cuatro puntos (casi siempre), son que «el alumnado cuenta con una plataforma virtual que puede utilizar fuera del aula» ($\bar{x} = 4,62$), «se utilizan metodologías activas» ($\bar{x} = 4,31$), «se utilizan estrategias de evaluación diferenciadas según los estudiantes» ($\bar{x} = 4,08$), «se seleccionan las tecnologías atendiendo a los criterios de seguridad y protección de datos» ($\bar{x} = 4,08$) y, por último, «se aconseja a los estudiantes sobre cómo hacer un uso seguro, sostenible y responsable de las AdF» ($\bar{x} = 4,15$).

Por otro lado, teniendo en cuenta las puntuaciones más bajas en torno a dos puntos (casi nunca), las prácticas que menos se están desarrollando en las AdF portuguesas son «imple-

Las prácticas más desarrolladas del AdF, es decir, aquellas cuyas medias poseen un valor superior a cuatro puntos (casi siempre), son que «el alumnado cuenta con una plataforma virtual que puede utilizar fuera del aula», «se utilizan metodologías activas», «se utilizan estrategias de evaluación diferenciadas según los estudiantes», «se seleccionan las tecnologías atendiendo a los criterios de seguridad y protección de datos» y, por último, «se aconseja al alumnado sobre cómo hacer un uso seguro, sostenible y responsable de las AdF»

mentar clases magistrales» ($\bar{x} = 2,75$), que «otros agentes externos se involucran en el diseño e implementación del AdF» ($\bar{x} = 2,31$) y, también, «las condiciones ambientales de la clase física se ajustan automáticamente» ($\bar{x} = 2,23$).

Por otro lado, todos los ítems relacionados con las experiencias implementadas en las AdF se han cruzado con las variables sociodemográficas del estudio. Sin embargo, solo cinco correlaciones arrojan diferencias significativas. La primera de ellas es el uso de la clase magistral en el AdF en función del sexo (valor = 6,307 y $p = 0,036$), puesto que el 44 % ($n = 4$) de las mujeres encuestadas utilizan con bastante frecuencia dicha metodología, mientras que el 66,70 % ($n = 2$) de los hombres no la utilizan nunca.

En relación con las metodologías, el uso de las metodologías activas en las AdF también arroja diferencias significativas teniendo en cuenta los años de experiencia docente (valor = 9,011 y $p = 0,028$). Concretamente, el 100 % ($n = 4$) de los participantes que cuentan con treinta años de experiencia docente son los únicos que siempre usan metodologías activas.

En tercer lugar, la implicación del equipo directivo en el diseño y la supervisión del AdF en función de los años de experiencia haciendo uso del AdF (valor = 9,829 y $p = 0,028$), debido a que los docentes con mayor experiencia suelen tener una valoración más positiva. Concretamente, el 80 % ($n = 4$) de los docentes con más de cinco años de experiencia haciendo uso del AdF considera que el equipo directivo se implica bastante, frente a los que cuentan con menos de tres años de experiencia haciendo uso del AdF o entre tres y cinco años, que tienden a seleccionar las opciones más negativas (nunca y a veces).

Asimismo, la comunicación que existe con las familias también es una acción que depende de los años de experiencia haciendo uso del AdF (valor = 12,938 y $p = 0,016$), puesto que el 80 % ($n = 4$) de los docentes encuestados con más de cinco años de experiencia haciendo uso del AdF siempre se comunica con las familias usando las tecnologías del AdF, frente a otros resultados más negativos del resto de profesionales que poseen menos experiencia con el AdF.

Por último, también se han hallado diferencias significativas en relación con la existencia de una plataforma virtual que el alumnado utiliza fuera del aula según si el docente usa el AdF para todos los niveles y asignaturas donde imparta clase (valor = 8,166 y $p = 0,014$). Concretamente, el 90 % ($n = 9$) de los docentes encuestados que sí usan el AdF en todos los niveles y asignaturas reconoce que el alumnado siempre tiene disponible una plataforma virtual para utilizar fuera de clase.

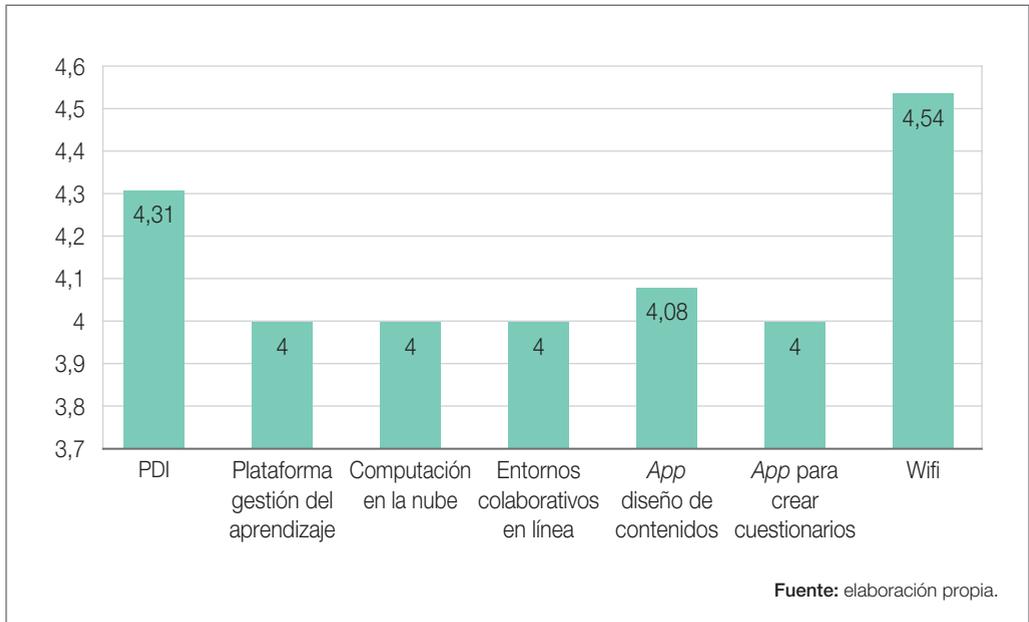
El 44% de las mujeres que han sido encuestadas en este estudio utilizan con bastante frecuencia la metodología de la clase magistral en las AdF, mientras que, en el caso de los hombres, un 66,70% no hacen uso de ella nunca

4.2. Tecnologías empleadas en las AdF

Los recursos más destacables en las AdF son las tecnologías digitales, por lo tanto, a través de los siguientes diagramas de barras se presentan, por un lado, en la figura 1, las tecnologías (dispositivos, *software* y conectividad) más utilizadas por la muestra participante (valores más altos [siempre o casi siempre]); mientras que, por otro lado, en la figura 2, podemos observar las tecnologías menos empleadas en estos entornos (valores más bajos [nunca o casi nunca]).

La tecnología más utilizada en las AdF portuguesas se corresponde con un tipo de conectividad, que, en este caso, es la wifi; le sigue la PDI

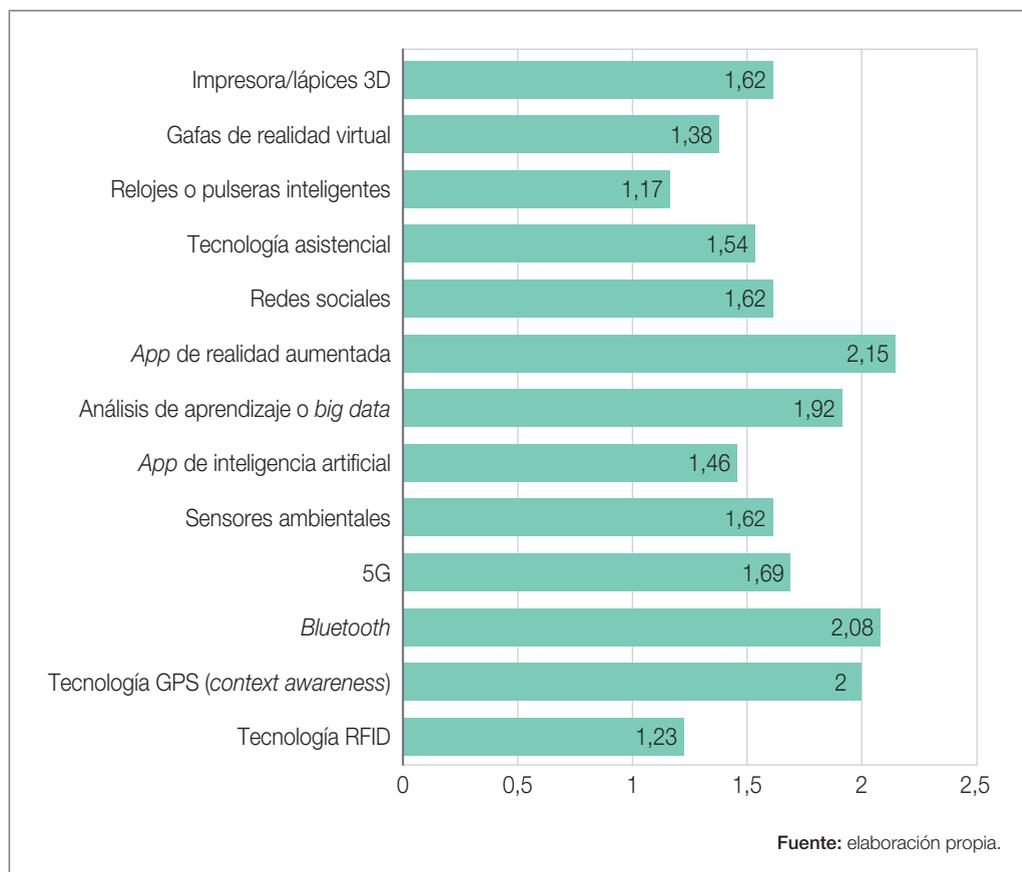
Figura 1. Tecnologías más utilizadas en las AdF portuguesas



Tal y como se puede apreciar en la figura 1, la tecnología más utilizada se corresponde con un tipo de conectividad, que, en este caso, es la wifi ($\bar{x} = 4,54$); seguidamente, destaca un dispositivo, como es la pizarra digital interactiva (PDI) ($\bar{x} = 4,31$); y, en tercer lugar, dentro de la categoría *software*, las aplicaciones digitales (*app*) para diseñar contenidos ($\bar{x} = 4,08$).

En referencia a las tecnologías menos utilizadas en las AdF portuguesas, podemos mencionar los relojes o pulseras inteligentes y la identificación a través de radiofrecuencia o tecnología RFID

Figura 2. Tecnologías menos utilizadas en las AdF portuguesas



En referencia a las tecnologías menos utilizadas, destaca, sobre todo, el empleo de unos dispositivos, como son los relojes o las pulseras inteligentes ($\bar{x} = 1,17$). También se usa en muy pocos casos la identificación por radiofrecuencia o tecnología RFID (*radio frequency identification*) ($\bar{x} = 1,23$), que pertenece a la categoría de conectividad. Y, por último, la tercera tecnología menos empleada son las gafas de realidad virtual ($\bar{x} = 1,38$), que se corresponde con la categoría de dispositivos.

En este caso, a la hora de cruzar los diferentes recursos tecnológicos con las variables sociodemográficas, se han obtenido nueve correlaciones con resultados significativos.

La variable que más cruces ha provocado es la de los años de experiencia haciendo uso del AdF, con un total de tres: en primer lugar, en relación con los entornos colaborativos en línea (valor = 10,058 y $p = 0,044$), debido a que el 80 % ($n = 4$) de los docentes con más de

cinco años de experiencia haciendo uso del AdF los utiliza siempre; en segundo lugar, respecto a las aplicaciones digitales de realidad aumentada (valor = 12,425 y $p = 0,005$), puesto que los docentes con más de cinco años de experiencia haciendo uso del AdF son los que más las usan (concretamente, el 60 % [$n = 3$] reconoce utilizarlas bastante); y, también, en relación con el uso de la conectividad *bluetooth* (valor = 10,674 y $p = 0,027$), ya que al menos el 40 % ($n = 2$) de los docentes que cuentan con más de cinco años de experiencia haciendo uso del AdF reconocen usarla bastante, frente al 100 % ($n = 3$) de los docentes con menos de tres años de experiencia haciendo uso del AdF que afirman utilizarla poco (casi nunca).

Continuando en términos de experiencia, pero, en este caso, de experiencia docente, se ha hallado una diferencia significativa en relación con el uso de las gafas de realidad virtual (valor = 8,184 y $p = 0,014$), puesto que, aunque los resultados generales son negativos, al menos el 75 % ($n = 3$) de los docentes con una experiencia de treinta años reconoce no utilizar este recurso casi nunca, frente al 100 % ($n = 5$) de docentes con menos de treinta años de experiencia profesional que dicen no utilizar nunca gafas de realidad virtual.

Al cruzar los recursos tecnológicos con la edad media de los estudiantes con los que se hace uso del AdF también se han obtenido dos resultados significativos. En primer lugar, respecto al uso de herramientas digitales para diseñar contenidos (valor = 9,939 y $p = 0,041$), ya que se suelen utilizar más con estudiantes mayores (por ejemplo, el 75 % [$n = 3$] de los docentes expone que las utiliza siempre con estudiantes de 15 a 19 años). En segundo lugar, en relación con el uso de aplicaciones digitales de realidad aumentada (valor = 9,986 y $p = 0,045$), debido a que, aunque los resultados generales son negativos, al menos el 66,70 % ($n = 2$) de los docentes encuestados que trabajan con estudiantes de 6 a 10 años reconocen utilizarlas bastante.

Por último, también hay que destacar el uso de herramientas digitales para diseñar contenidos en función de si el docente hace uso del AdF en todos los niveles y asignaturas en las que imparte clase (valor = 8,095 y $p = 0,015$). Concretamente, el 60 % ($n = 6$) que sí hace uso del AdF en todos los niveles y asignaturas afirma utilizar bastante las herramientas digitales para diseñar contenidos, frente a los resultados más negativos de los docentes que no cumplen la condición de emplear el AdF de una manera generalizada.

4.3. Satisfacción profesional con el AdF y necesidades detectadas

Partiendo del carácter novedoso de estos entornos de aprendizaje, se considera de interés conocer cuál es el nivel de satisfacción de los profesionales involucrados, así como cuáles son las principales necesidades que identifican respecto a la puesta en práctica de las AdF. Por ello, en el cuadro 4 se exponen los principales resultados extraídos.

Cuadro 4. Descriptivos sobre la satisfacción profesional y las necesidades detectadas

	Media	SD	Asimetría	Curtosis
La motivación de mis estudiantes al trabajar en un AdF.	4,31	0,751	-0,611	-0,776
La utilidad del AdF para promover el aprendizaje entre mis estudiantes.	4,23	0,832	-0,498	-1,339
La colaboración entre estudiantes gracias al AdF.	4,23	0,927	-0,531	-1,753
La atención a la diversidad que se da gracias al AdF.	4,00	0,816	0,000	-1,445
Las metodologías y estrategias que utilizo presencialmente.	4,00	0,816	0,000	-1,445
Las metodologías y estrategias que utilizo virtualmente.	3,77	0,832	-0,528	0,519
La continuación que las actividades tienen fuera del aula por parte del alumnado.	3,62	1,044	-1,140	2,440
El sistema de evaluación que utilizo presencialmente.	3,69	0,855	-0,241	-0,048
El sistema de evaluación que utilizo virtualmente.	3,46	1,330	-0,782	0,070
El mobiliario y los espacios físicos del AdF.	3,54	1,198	-0,622	0,174
El equipamiento tecnológico (dispositivos) del AdF.	3,33	0,888	0,139	-0,254
Las aplicaciones digitales (<i>software</i>) que utilizamos en el AdF.	3,77	1,092	-0,373	-1,034
La calidad de conexión a internet en el aula física del AdF.	3,62	0,650	-1,576	1,801
El uso seguro y ecorresponsable que hacen los estudiantes con la tecnología.	3,77	0,927	-0,211	-0,546
El conocimiento y uso que hacen los estudiantes de las recomendaciones para mantener una higiene postural con la tecnología.	3,46	0,660	-0,863	-0,025



	Media	SD	Asimetría	Curtosis
La colaboración con otros compañeros para desarrollar el AdF.	3,54	1,198	-0,622	0,174
La colaboración con el equipo directivo para desarrollar el AdF.	3,77	1,235	-1,054	0,723
La comunicación que existe con las familias a través de la tecnología del AdF.	3,23	1,301	-0,502	-0,421
Los modelos y las guías que tengo disponibles para diseñar propuestas didácticas basadas en las AdF (no contestar en caso de no tener ningún recurso para el diseño de AdF).	3,57	0,535	-0,374	-2,800
La formación que tengo sobre AdF.	3,33	0,985	-0,127	-0,980

Nota. SD (standard deviation/desviación estándar).

Fuente: elaboración propia.

De los 20 ítems para evaluar la satisfacción docente con el AdF implementado, así como para conocer las necesidades profesionales, no existe ni un caso en el que la media esté por debajo del valor intermedio. Tal y como se aprecia en el cuadro 4, la gran mayoría de los resultados se distribuyen próximos al valor 4 (satisfecho).

Los mayores niveles de satisfacción de los docentes encuestados están relacionados con la «motivación que tienen los estudiantes al trabajar en un AdF» ($\bar{x} = 4,31$), la «utilidad del AdF para promover el aprendizaje entre los estudiantes» ($\bar{x} = 4,23$), la «colaboración entre estudiantes gracias al AdF» ($\bar{x} = 4,23$) y las «metodologías y estrategias que se utilizan presencialmente» ($\bar{x} = 4,00$). Respecto a este último ítem, cabe destacar que tiene una valoración más positiva que el ítem correspondiente a las «metodologías y estrategias utilizadas en el contexto virtual» ($\bar{x} = 3,77$).

De manera opuesta, los resultados más bajos, y, por lo tanto, los que representan las necesidades, son la «comunicación que existe con las familias a través de la tecnología del AdF» ($\bar{x} = 3,23$), la «formación que los docentes tienen sobre AdF» ($\bar{x} = 3,33$) y el «equipamiento tecnológico (dispositivos) del AdF» ($\bar{x} = 3,33$). Sin embargo, respecto a este último ítem también existen diferencias si se compara con la «satisfacción profesional respecto a las aplicaciones digitales (*software*) que se utiliza en el AdF» ($\bar{x} = 3,77$).

Por último, a la hora de relacionar todas las variables de satisfacción profesional con las variables sociodemográficas, únicamente se han hallado dos correlaciones significativas, y, en ambos casos, ha sido en función de los años de experiencia haciendo uso del AdF: el primero de ellos es la «satisfacción con el mobiliario y los espacios físicos del AdF» (valor = 13,020 y $p = 0,014$), puesto que el 60 % ($n = 3$) de los docentes que tienen entre tres y cinco años de experiencia haciendo uso del AdF son los únicos que están muy satisfechos; y, en segundo lugar, en relación con los modelos y las guías que tienen disponibles para diseñar propuestas didácticas basadas en los AdF (valor = 6,115 y $p = 0,029$), debido a que el 100 % ($n = 4$) de los docentes con más de cinco años de experiencia en el AdF están satisfechos con los mismos, frente a otros resultados más negativos por parte de docentes con una experiencia inferior.

5. Discusión y conclusiones

Tal y como se ha expuesto a lo largo de la introducción, las AdF se han definido atendiendo a distintas dimensiones y características, las cuales son diversas según las fuentes escogidas, pero también, entre ellas, existen numerosos puntos en común. Estos se discuten a continuación.

La semipresencialidad de las AdF está muy extendida en la literatura científica o, también, un descriptor muy utilizado es la ubicuidad (Montebello, 2017; Sarrab, 2019); expresado de otro modo, la característica de aprender en cualquier lugar y momento de la mejor manera posible (Hwang 2014; Yusufu y Nathan 2020). Al analizar los resultados relacionados con esta característica en el contexto portugués, se detecta que la gran mayoría de centros cuentan con una plataforma virtual que pueden utilizar fuera del aula, lo cual podría guardar relación con esta característica mencionada. Sin embargo, una de las tecnologías menos utilizadas por la muestra participante es la conciencia del contexto (*context awareness*), una tecnología clave a la hora de abordar la ubicuidad (Adewale *et al.*, 2022; Salazar *et al.*, 2015), de tal forma que sería de gran interés a partir de este resultado estudiar la manera en la que se utilizan estas plataformas de aprendizaje fuera del aula y con qué otras tecnologías se complementan.

Otra característica muy presente en cualquier trabajo de AdF o SLE es la perspectiva inclusiva o, también, una característica definida como «ergonomía de un AdF» (Bdiwi *et al.*, 2019; García-Tudela *et al.*, 2020). Principalmente, con ello se persigue confeccionar itinerarios personalizados de aprendizaje para cada estudiante, atendiendo a sus estilos y ritmos, de tal forma que, generalmente, y según la literatura consultada, se suelen utilizar tecnologías como *big data*, las analíticas de aprendizaje y la inteligencia artificial (Qinghua *et al.*, 2019; Shemshack *et al.*, 2021). Sin embargo, al analizar los resultados extraídos de este estudio, la muestra indica que estas tecnologías no están casi nunca presentes en sus entornos. Pero, por el contrario, los participantes de este estudio de investigación sí que reconocen en gran medida que suelen utilizar tecnologías para crear rutas e itinerarios personalizados. Al comparar estos dos resultados, se extrae que sería de gran interés profundizar en otras

tecnologías que se estén utilizando en las AdF, diferentes a la inteligencia artificial y a las analíticas de aprendizaje, para diseñar diferentes itinerarios de aprendizaje.

Continuando con las tecnologías utilizadas en las AdF portuguesas, también destaca el hecho de que casi nunca se utilizan sensores. Sin embargo, es una de las tecnologías que más se emplean en las *smart cities*, en las *smart homes*, etc., puesto que a través de las mismas se consigue automatizar determinadas acciones con el fin de crear entornos más eficientes (Mitchell, 2007). No obstante, si se consulta la documentación disponible sobre el uso de sensores en las AdF, se descubre que existe una línea de investigación en pleno desarrollo, puesto que trabajos como Cao *et al.* (2020) y Mogas Recalde *et al.* (2020) reflejan la presencia que están teniendo los sensores en las AdF para analizar y ajustar determinadas condiciones ambientales del entorno físico o presencial, como la temperatura, la iluminación, la calidad del aire, etc.

Otra de las tecnologías muy poco utilizadas son las impresoras 3D, aunque autores que profundizan en la división de áreas que suelen existir en estos entornos (Attewell, 2019; Olmos Piñar y Pardo Baldoví, 2019) reconocen que son unos dispositivos muy extendidos en la zona de creación de las AdF. A partir de los resultados extraídos, una línea de investigación futura sería acerca de las tecnologías que existen en cada AdF y cómo estas se distribuyen en el aula, si es que también está dividida en áreas o zonas.

Todas estas tecnologías se utilizan en función de metodologías de enseñanza, ya que, tal y como afirma Martínez Sánchez (2020), la innovación a través de las TIC no se alcanza únicamente por la incorporación de los recursos tecnológicos al espacio educativo, sino por el cambio en la metodología. Al respecto, diferentes trabajos (Olmos Piñar y Pardo Baldoví, 2019; Pardo Baldoví, 2020) enfatizan que en estos entornos se suelen emplear metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo, la gamificación, etc.

En relación con el sistema de evaluación, destaca la heteroevaluación. Seguidamente, la autoevaluación y, por último, la evaluación por pares. Sin embargo, tal y como reflejan algunos trabajos (Gambo y Shakir, 2021a, 2021b), la autoevaluación *online* posee una gran importancia en las AdF para que el alumnado pueda desarrollar una autorregulación del aprendizaje y mejorar su motivación y autoeficacia, entre otros logros.

Asimismo, de una manera generalizada, también se reconoce que se utilizan diferentes estrategias de evaluación según cada estudiante. Por lo tanto, en estas AdF no solo existe un interés por la personalización de las actividades que se van a realizar, sino, también, por el tipo de evaluación desarrollada.

En cuanto a la satisfacción de los profesionales encuestados, así como las principales necesidades detectadas, existe una valoración positiva generalizada con las experiencias implementadas, aunque una de las necesidades más extendidas es la falta de formación en torno a las AdF, así como la tecnología disponible. Sería de interés desarrollar formaciones

profesionales respecto a estos entornos y el uso de sus tecnologías para analizar los cambios que existen antes y después de dichas acciones formativas, puesto que otros estudios similares han concluido que se obtienen resultados positivos (Gómez-García *et al.* 2022).

Otra de las necesidades que evidencian los docentes es la comunicación que se está llevando a cabo con las familias de los estudiantes participantes en el AdF. No obstante, al cruzar este resultado con otros ítems, cabe justificar la necesidad detectada, ya que, aunque existe una comunicación con estas, no se ha obtenido un resultado tan destacable como en otros ítems. De tal forma que la conexión «AdF y familias» es clave, y, sobre todo, en las primeras edades, puesto que a través de las AdF se conecta la educación formal con la informal por medio del uso de tecnologías y es crucial hacer un uso seguro, sostenible y responsable de dichos recursos, tanto en el aula como fuera de la misma.

Este último aspecto destacado, es decir, el uso seguro y ecorresponsable de la tecnología por parte de los estudiantes, también está suponiendo una preocupación profesional según los datos recabados. Teniendo en cuenta que los docentes reconocen que casi siempre indican a sus estudiantes cómo hacer un buen uso de la tecnología, una solución podría ser la aplicación de talleres o programas complementarios, como los que se ofrecen desde «seguranet.pt», así como el empleo de actividades en el contexto extraescolar, las cuales favorezcan el uso de tecnologías en la esfera informal desde una perspectiva crítica, segura y responsable. Tras su implementación, se deberían llevar a cabo los estudios pertinentes para analizar el impacto de dichas iniciativas y si estas han conseguido cumplir los objetivos y cubrir la necesidad detectada.

En este punto del trabajo es imprescindible aludir a algunas de las limitaciones con las que cuenta el presente estudio. La principal es el número de participantes, puesto que sería adecuada la aplicación de un muestreo intencionado a partir del que lograr una equidad con relación al sexo, a la titularidad de los centros educativos que disponen de AdF, entre otras variables. Asimismo, en lo relativo a la muestra, también es preciso argumentar que el número de participantes es aceptable según la naturaleza exploratoria del trabajo, puesto que no se requiere aplicar un muestreo probabilístico y se acepta un tamaño muestral más pequeño (Hernández-Sampieri *et al.*, 2010; McMillan y Schumacher, 2005). Sin embargo, sería preciso contar con una mayor participación docente para obtener una muestra representativa con un nivel de confianza adecuado.

Otra limitación es la perspectiva analizada, puesto que solo se ha tenido en cuenta la óptica docente, siendo también de interés el análisis que se podría hacer sobre la experiencia por parte de los estudiantes, de las familias o, incluso, de otros agentes involucrados, como los técnicos educativos digitales.

Por último, dado el carácter internacional que las AdF tienen, sería de interés comparar los factores aquí analizados (experiencias desarrolladas, tecnologías involucradas y satisfacción profesional) con los de otros países que también contemplan esta innovación educativa.

Para terminar, es preciso aludir que en este trabajo se ha realizado una exploración del estado de la cuestión en torno al desarrollo de las AdF y su puesta en práctica en Portugal. El principal resultado que se obtiene es que existen ciertas diferencias entre la documentación teórica publicada, sobre todo en relación con los SLE, y las prácticas aplicadas en el contexto portugués, como, por ejemplo, el tipo de tecnologías utilizadas, la automatización de algunas tareas, las estrategias de evaluación desarrolladas, etc. Asimismo, cabe destacar que existe una notable satisfacción profesional con las experiencias llevadas a la práctica, aunque también existen ciertas necesidades, para las cuales se han recogido diferentes posibilidades de investigación-acción.

Referencias bibliográficas

- Adewale, O. S., Agbonifo, O. C., Ibam, E. O., Makinde, A. I., Boyinbode, O. K., Ojokoh, B. A., Olabode, O., Omirin, M. S. y Olatunji, S. O. (2022). Design of a personalised adaptive ubiquitous learning system. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2084114>
- ATE. (2020). *Guía para la transformación de espacios educativos. Espacios creativos, aulas del futuro en Canarias*. ATE/Gobierno de Canarias/Unión Europea/Fondo Europeo de Desarrollo Regional. <https://bit.ly/3P3yAge>
- Attewel, J. (2019). *Building Learning Labs and Innovative Learning Spaces: Practical Guidelines for School Leaders and Teachers*. European Schoolnet. <https://bit.ly/3AqOEy4>
- Barrientos-Avendaño, E. y Areniz-Arévalo, Y. (2019). Universidad inteligente: oportunidades y desafíos desde la industria 4.0. *Revista Ingenio*, 16(1), 56-60. <https://doi.org/10.22463/2011642X.2343>
- Bautista, G. y Borges, F. (2013). Smart classrooms: innovation in formal learning spaces to transform learning experiences. *Bulletin of the Technical Committee on Learning Technology*, 15(3), 18-21. <https://bit.ly/2WfOruT>
- Bdiwi, R., Runz, C. de, Faiz, S. y Cherif, A. A. (2019). Smart learning environment: teacher's role in assessing classroom attention. *Research in Learning Technology*, 27, 1-14. <https://doi.org/10.25304/rlt.v27.2072>
- Cabero Almenara y Barroso-Osuna, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 65(2), 25-38. <https://bit.ly/3ou53dK>
- Cao, W., Wang, Q., Sbeih, A. y Shibly, FHA. (2020). Artificial intelligence based efficient smart learning framework for education platform. *Inteligencia Artificial*, 23(66), 112-123. <https://doi.org/10.4114/intartif.vol23iss66pp112-123>
- Escobar-Pérez, J. y Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27-36. <https://bit.ly/32ChYyg>
- Gambo, Y. y Shakir, M. Z. (2021a). An artificial neural network (ANN)-Based learning agent for classifying learning styles in self-regulated smart learning environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 8(1), 185-199. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i18.24251>
- Gambo, Y. y Shakir, M. Z. (2021b). Review on self-regulated learning in smart learning environment. *Smart Learning Environments*, 16(18), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00157-8>

- García-Tudela, P. A., Prendes-Espinosa, M.^a P. y Solano-Fernández, I. M. (2020). Smart learning environments and ergonomics: an approach to the state of the question. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(2), 245-258. <https://doi.org/10.7821/naer.2020.7.562>
- García-Tudela, P. A., Prendes-Espinosa, M.^a P., Solano-Fernández, I. M.^a. (2021). Smart learning environments: a basic research towards the definition of a practical model. *Smart Learning Environments*, 8(1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00155-w>
- Gómez-García, M., Alameda Villarrubia, A., Poyatos Dorado, C. y Ortega-Rodríguez, P. J. (2022). El aula del futuro: un proyecto para la redefinición pedagógica de los centros educativos. *Revista Interuniversitaria de Formación del profesorado*, 98(36), 133-148. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.94188>
- Grybauskas, A., Stefanini, A. y Ghobakhloo, M. (2022). Social sustainability in the age of digitalization: a systematic literature review on the social implications of industry 4.0. *Technology in Society*, 70, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101997>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.^a ed.). McGraw-Hill.
- Hwang, G.-J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments –a context– aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*, 1(4), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0004-5>
- Kaluarachchi, Y. (2022). Implementing data-driven smart city applications for future cities. *Smart Cities*, 5(2), 455-474. <https://doi.org/10.3390/smartcities5020025>
- Kumar Saini, D., Saini, H., Gupta, P. y Mabrouk, A. B. (2022). Prediction of malicious objects using prey-predator model in internet of things (IoT) for smart cities. *Computers and Industrial Engineering*, 168. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108061>
- Li, K. C. y Wong, B. T.-M. (2021). Review of smart learning: patterns and trends in research and practice. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(2), 189-204. <https://doi.org/10.14742/ajet.6617>
- Martínez Sánchez, F. (2020). EDUTEC 25 años: ¿y ahora qué? *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 73, 1-6. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.73.1845>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *REDIE*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- McMillan, J. H. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa: una introducción conceptual*. Pearson Addison Wesley.
- Mitchell, W. J. (2007). Ciudades inteligentes. *UOC Papers. Revista Sobre la Sociedad del Conocimiento*, 5, 1-12. <https://bit.ly/39OnvKt>
- Mogas Recalde, J., Palau, R., Lorenzo Galés, N. y Gallon, R. (2020). Developments for smart classroom: school perspectives and needs. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 12(4), 1-17. <https://www.doi.org/10.4018/IJMBL.2020100103>
- Molina, M. (2021). Una historia de té y números. La prueba exacta de Fisher. *Revista Electrónica AnestesiaR*, 13(10), 1-5. <https://bit.ly/3j3FNfi>
- Montebello, M. (2017). Smart ubiquitous learning environments. *International Journal of Education*, 5(3), 17-24. <http://doi.org/10.5121/ije.2017.5402>
- Nguyen, T.-H., Tran, D.-N., Vo, D.-L., Mai, V.-H. y Dao, X.-Q. (2022). AI-powered university: design and deployment of robot assistant for smart universities. *Journal of Advances in Information Technology*, 13(1), 78-84. <https://doi.org/10.12720/jait.13.1.78-84>

- Olmos Piñar, J. y Pardo Baldoví, M. I. (2019). El aula del futuro en un colegio rural. *DYLE. Dirección y Liderazgo Educativo*, 2, 37-40. <https://bit.ly/3n8DC8Q>
- Osés Urteaga, E. (2018). El aula del futuro de Navarra. *Educación y Espacio 2018* (pp. 87-92). Gobierno de Navarra/Consejo Escolar de Navarra. https://consejoescolar.educacion.navarra.es/web1/wp-content/uploads/2018/06/GEN_Mono_Espacios_cast_web.pdf
- Ozturk, E., Basol, M., Goksuluk, D. y Karahan, S. (2021). Performance comparison of independence tests in two-way contingency table, 21(2), 219-233. *Revstat-Statistical Journal*. <https://bit.ly/3j0NTW6>
- Pardo Baldoví, M. I. (2019). El aula del futuro: más allá de la introducción de tecnología. *Conference Proceedings. 3rd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation* (p. 40). Red de Investigación e Innovación Educativa. <https://bit.ly/3tVer8K>
- Pardo Baldoví, M. I. (2020). Descubriendo el aula del futuro: nuevas formas de enseñar, aprender y habitar la escuela. En L. Habib-Mireles (Ed.), *Tecnología, diversidad e inclusión: repensando el modelo educativo* (pp. 12-22). Adaya Press. <https://bit.ly/3ncq2RJ>
- Pelayo Virlán, M. (2021). El aula del futuro. *EnRed@2.0: Revista Digital por y para Empleados de la Junta de Andalucía*, 11. <https://bit.ly/3mw2KJB>
- Peng, H., Ma, S. y Spector, J. M. (2019). Personalized adaptive learning: an emerging pedagogical approach enabled by a smart learning environment. *Smart Learning Environments*, 6(9). <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0089-y>
- Qinghua, Z., Bo, D., Buyue, Q., Feng, T., Bifan, W., Weizhan, Z. y Jun, L. (2019). The state of the art and future tendency of smart education. *Computer Research and Development*, 56(1), 209-224. <https://doi.org/10.7544/issn1000-1239.2019.20180758>
- Reguant-Álvarez, M. y Torrado-Fonseca, M. (2016). El método Delphi. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 9(1), 87-102. <https://doi.org/10.1344/reire2016.9.1916>
- Romero Saldaña, M. (2011). La prueba chi-cuadrado o ji-cuadrado (Ö2). *Revista Enfermería del Trabajo*, 1(1), 31-38. <https://bit.ly/3IbEcoF>
- Salazar, O. M., Ovalle, D. A. y Duque, N. D. (2015). Adaptive and personalized educational ubiquitous multi-agent system using context-awareness services and mobile devices. En A. Boden, G. Avram, V. Pipek y G. Fitzpatrick (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies. LCT 2015. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 9.192, pp. 301-312). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38706-7_30
- Sarrab, M. (2019). Distance, virtual, electronic, mobile and ubiquitous learning environments: taxonomy study. *ICIET 2019: Proceedings of the 2019 7th International Conference on Information and Education Technology* (pp. 36-43). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3323771.3323813>
- Shemshack, A., Kinshuk y Spector, J. M. (2021). A comprehensive analysis of personalized learning components. *Journal of Computers in Education*, 8(4), 485-503. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00188-7>
- Singh, A. (2022). Conceptual framework on smart learning environment for the present and new century-an Indian perspective. *Revista de Educación y Derecho. Education and Law Review*, 25 (Retos de la educación superior en el siglo XXI). <https://bit.ly/39JhL2>
- Tao, X. y Velásquez, J. D. (2022). Multi-source information fusion for smart health with artificial intelligence. *Information Fusion*, 83, 93-95. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2022.03.010>

Tena Fernández, R. y Carrera Martínez, N. (2020).

La Future Classroom Lab como marco de desarrollo del aprendizaje por competencias y el trabajo por proyectos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(85), 449-468. <https://bit.ly/3ybYQJO>

Yusufu, G. y Nathan, N. (2020). A novel model of smart education for the development of smart

university system. *2020 International Conference in Mathematics, Computer Engineering and Computer Science*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/icmcecs47690.2020.240912>

Zhu, Z.-T., Yu, M.-H. y Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*, 3, 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2>

id Pedro Antonio García-Tudela. Investigador predoctoral Formación del Profesorado Universitario-Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Doctorando en Tecnología Educativa por la Universidad de Murcia (España). Graduado en Educación Primaria con mención en Educación Intercultural y Dificultades del Aprendizaje por la Universidad de Murcia. Máster de Investigación e Innovación en Educación por la Universidad de Murcia. Miembro del Grupo de Investigación en Tecnología Educativa de la Universidad de Murcia. Miembro del comité técnico editorial de la *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. Colaborador en diferentes proyectos de investigación nacionales o internacionales, como Gender Equality Matters o EmDigital. Sus principales líneas de investigación se centran en los entornos inteligentes de aprendizaje, las metodologías activas enriquecidas con TIC y la e-evaluación. Ha participado en diferentes congresos internacionales y ha publicado en revistas indexadas sobre educación a distancia y otros temas mencionados.

id Pedro Reis. Biólogo y doctor en Didáctica de las Ciencias por la Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Portugal). Actualmente, es profesor asociado con habilitación para catedrático del Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Desde hace varios años se dedica a la formación inicial y continua de profesores: de infantil a secundaria. Dirige trabajos de máster y de doctorado en las áreas de desarrollo profesional de los profesores, activismo juvenil, ciudadanía ambiental, web 2.0 y ciudadanía. Participa en proyectos de investigación, formación docente y desarrollo curricular en Portugal, en otros países europeos, en Angola, en Cabo Verde, en Santo Tomé y Príncipe, en Colombia y en Brasil (financiados por la Comisión Europea, el Banco Mundial, la Fundación Calouste Gulbenkian y diversos Gobiernos).

id Isabel María Solano-Fernández. Doctora por la Universidad de Murcia (España). Profesora titular de Tecnología Educativa en el Departamento de Didáctica y Organización Escolar de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia. Miembro del Grupo de Investigación en Tecnología Educativa de dicha universidad, así como de Eductec (Asociación para el Desarrollo de la Tecnología Educativa). Su campo de trabajo es la tecnología educativa y lleva más de veinte años impartiendo asignaturas en las titulaciones de Educación Primaria y Educación Infantil. Ha participado en diferentes proyectos Erasmus+ y H2020, así como en proyectos de investigación nacionales financiados. Sus intereses de investigación incluyen el diseño, la implementación y la evaluación de la tecnología en contextos formativos, las estrategias metodológicas en diferentes niveles educativos, el pensamiento computacional y la robótica.

Contribución de autores. P. A. G.-T., P. R. e I. M.^a S.-F. han participado a partes iguales en la elaboración de este estudio de investigación.

El trabajo por proyectos desde una plataforma virtual de aprendizaje: experiencias de satisfacción de un grupo de estudiantes de primaria

Bertha Guamán-Guaya (autora de contacto)

*Docente del Departamento de Ciencias Humanas y Sociales
de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE (Ecuador)*

bnguaman@espe.edu.ec | <https://orcid.org/0000-0002-3098-8334>

Robert Cid-Górriz

Doctor por la Universitat de València (España)

robertcidgorriz@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0001-7891-2569>

Extracto

Los desafíos sociales y educativos a los que nos enfrentamos en la actualidad nos obligan a repensar el rol de las tecnologías digitales en el siglo XXI, lo cual requiere una comprensión más profunda de las actividades de aprendizaje de las escuelas. En este artículo se presentan los resultados de una evaluación respecto a la satisfacción de un entorno virtual de aprendizaje. Participaron 143 estudiantes (hombres y mujeres) de primaria de la Generalitat de Catalunya, los mismos que han utilizado tecnologías emergentes (plataforma Google Classroom) como herramientas de acceso a los procesos educativos. A través del instrumento ACOTIC-ALU, se pudo identificar un alto grado de satisfacción por parte del alumnado (en un 60 %) al trabajar con el aprendizaje basado en proyecto a través de entornos virtuales de aprendizaje (EVA). Sin embargo, se evidenciaron tres barreras importantes durante el aprendizaje: la falta de socialización, la escasa transferencia de materiales didácticos entre compañeros de un mismo grupo y la carencia del desarrollo de la competencia lectora. Hallazgos que nos permitieron llegar a la conclusión de que la motivación que el docente propicie en el desarrollo de proyectos a través de Google Classroom permitirá al estudiantado involucrarse en procesos creativos y cooperativos para romper con las barreras de aprendizaje, incluido el mantenimiento de una buena relación con el docente para comprender de mejor manera los procesos que se desarrollarán dentro del aula.

Palabras clave: Google Classroom; satisfacción; educación básica; entornos virtuales; digitalización; tecnología de la información; aprendizaje basado en proyectos.

Recibido: 18-02-2023 | Aceptado: 14-09-2023 | Publicado: 07-01-2024

Cómo citar: Guamán-Guaya, B. y Cid-Górriz, R. (2024). El trabajo por proyectos desde una plataforma virtual de aprendizaje: experiencias de satisfacción de un grupo de estudiantes de primaria. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 143-166. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18641>

Project work from a virtual learning platform: experiences of satisfaction of a group of primary school students

Bertha Guamán-Guaya (corresponding author)

*Docente del Departamento de Ciencias Humanas y Sociales
de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE (Ecuador)*

bnguaman@espe.edu.ec | <https://orcid.org/0000-0002-3098-8334>

Robert Cid-Górriz

Doctor por la Universitat de València (España)

robertcidgorriz@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0001-7891-2569>

Abstract

The social and educational challenges we face today force us to rethink the role of digital technologies in the 21st century, which requires a deeper understanding of learning activities in schools. This article presents the results of an evaluation regarding satisfaction with a virtual learning environment. A total of 143 elementary school students (men and women) from the Community of Catalunya participated, who have used emerging technologies (Google Classroom platform) as a tool for accessing educational processes. Through the ACOTIC-ALU instrument, it was possible to identify a high degree of satisfaction on the part of the students (60 %) when working with project based learning through virtual learning environments (VLE). However, three important barriers during learning were evidenced, the lack of socialization, the scarce transfer of didactic materials among classmates of the same group and the lack of development of reading skills, findings that allowed us to reach the conclusion that the motivation that teachers provide in the development of projects through Google Classroom will allow students to engage in creative and cooperative processes to break the barriers to learning, including maintaining a good relationship with the teacher to better understand the processes that will be developed in the classroom.

Keywords: Google Classroom; satisfaction; basic education; virtual environments; digitization; information technology; project based learning.

Received: 18-02-2023 | Accepted: 14-09-2023 | Published: 07-01-2024

Citation: Guamán-Guaya, B. and Cid-Górriz, R. (2024). Project work from a virtual learning platform: experiences of satisfaction of a group of primary school students. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 143-166. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18641>



Sumario

1. Introducción
 - 1.1. Un trabajo con base en proyectos
 - 1.2. La importancia de los entornos virtuales de aprendizaje
 2. Objetivos
 3. Método
 4. Resultados
 5. Discusión
 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, los autores del artículo han obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación.

1. Introducción

Las escuelas, en la última década, se han convertido en un pilar fundamental de la construcción del conocimiento entre las generaciones más jóvenes y en una herramienta esencial para la formación de una ciudadanía crítica, participativa, democrática e inclusiva (Chamseddine Habib Allah, 2018).

En el contexto español, el profesorado tiene el reto de incorporar en su praxis nuevas metodologías que desplieguen un trabajo más competencial, ya que, si se desea alcanzar el aprendizaje significativo y para toda la vida que se promueve desde organismos internacionales, es necesario un cambio de fondo y de forma en la enseñanza (Guamán-Guaya *et al.*, 2022a).

En respuesta a ello, una de las actuales reformas en la legislación educativa española, como la Ley orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación (LOMLOE, 2020), pretende, desde un enfoque constructivista y crítico, la implementación de metodologías activas e innovadoras, así como el uso de plataformas virtuales en la labor docente, con el fin de integrar procesos de enseñanza que mejoren la calidad educativa del país (Boix Vilella y Ortega Rodríguez, 2020).

Esta visión educativa va en consonancia con las directrices propuestas por organismos internacionales como la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), quienes apuestan por el uso y el acceso de la tecnología digital dentro los procesos y espacios educativos, cuyo fin es implantar propuestas pedagógicas más inclusivas (UNESCO, 2022).

Otro de los pilares de esta propuesta es el objetivo 4 de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), el mismo que pretende propiciar una educación de calidad a través del uso de las TIC como una herramienta de fácil acceso a la formación, a los recursos y a otros contenidos educativos.

Volviendo a la realidad española, concretamente de Cataluña, a través de la implementación del nuevo currículo educativo, según Decreto 175/2022, de 27 de septiembre, se han logrado implantar escenarios reales y vivenciales para que el aprendiz desarrolle competencias interdisciplinarias necesarias en el siglo XXI, donde la digitalización y la alfabetización mediática serán ejes transversales de estas propuestas educativas.

Enfocándose en estos requerimientos, el presente estudio, no financiado, se ha centrado en el Colegio Diocesà Sagrada Família (provincia de Tortosa) para conocer cómo ha dado cumplimiento no solo a las propuestas internas, sino a visiones internacionales donde, a través del uso de EVA, como Google Classroom, se lograrán mediar los aprendizajes para alcanzar una educación más íntegra y de calidad. Con este fin, se ha planteado comprender, desde la voz del alumnado, el grado de satisfacción que tiene respecto al uso de los EVA en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula, además de enfocarse en el estudio tanto del rol activo del docente a la hora de tomar decisiones curriculares (Ito *et al.*, 2013) como de los procesos de evaluación de calidad, pertinencia, fortalezas y debilidades de los procesos y herramientas didácticas utilizadas en el aprendizaje del estudiante.

1.1. Un trabajo con base en proyectos

Recientes investigaciones afirman que el aprendizaje basado en proyectos potencia el trabajo activo y colaborativo del estudiante (García-Varcácel Muñoz-Repiso *et al.*, 2015), la investigación e indagación (Molina Torres, 2019), así como la construcción del conocimiento debido a la globalidad e interdisciplinariedad de los contenidos y a las relaciones sociales entre la comunidad educativa, la familia y el entorno (Barba-Martín *et al.*, 2018).

Según los expertos, el aprendizaje basado en proyectos es un enfoque innovador de trabajo por la manera en que se construyen los saberes dentro del espacio educativo, permitiéndole al estudiante descubrir y experimentar nuevos escenarios a través de una visión integradora del aprendizaje (Araújo y Sastre, 2018).

Al constituirse como una visión constructiva del aprendizaje, consolida su fundamentación en las propuestas de Dewey (1995), por permitir al alumnado ejercer un rol activo dentro del entorno de aprendizaje, así como de Piaget (1977), al interactuar con el conocimiento según su nivel cognitivo, y de Vygotsky (1962), al analizar cómo el entorno (social, cultural, educativo, etc.) moldea su aprendizaje.

Para que el aprendizaje basado en proyectos tenga resultados eficientes durante su aplicación, las investigaciones de Catarino *et al.* (2019) y de Naranjo y Correa Lemus (2020) aportan ideas relevantes a la investigación:

- Plantear la organización del proyecto basándose en los objetivos de aprendizaje que se van a desarrollar, involucrando al estudiante en aprendizajes cooperativos.
- Realizar una investigación del tema que se va a abordar, donde el estudiante deberá tener todas las herramientas y los conocimientos de búsqueda para saber dar conclusiones y asimilar la información de acuerdo con la pregunta de partida.
- Definir los objetivos y el plan de trabajo que se va a desarrollar de acuerdo con las tareas asignadas en cada proyecto.

- Implementar un diseño a partir de la fase de investigación, análisis y síntesis.
- Socializar en el proyecto y evaluar con el fin de que el estudiante exponga los resultados obtenidos, concluyendo con una evaluación formativa que lo lleve a construir el conocimiento.

La investigación de Liñán-García *et al.* (2021) recomienda el uso de esta metodología como eje transversal en el desarrollo de competencias sin dejar de lado los recursos digitales con el fin de que el estudiante asuma un rol activo en el aprendizaje, siendo la acción del docente la de guía y acompañante para asegurar el desarrollo de las destrezas planteadas.

Finalmente, la investigación de Guamán-Guaya *et al.* (2022b) plantea una matriz de utilidades e inconvenientes para el profesorado y el alumnado respecto a la aplicación del aprendizaje basado en proyectos en el aula (véase cuadro 1).

Cuadro 1. Utilidades e inconvenientes del aprendizaje basado en proyectos

Utilidades para el profesorado	Inconvenientes para el profesorado
<p>Desarrollará en el estudiante un aprendizaje independiente y autónomo.</p> <p>Evidenciará el aprendizaje del estudiante cuando exprese su saber y lo justifique con fuentes teóricas y bases empíricas.</p> <p>Le permitirá aplicar mecanismos de autoevaluación y coevaluación durante el proyecto.</p> <p>Implica una renovación pedagógica.</p> <p>Atención a la diversidad cognitiva del alumnado.</p> <p>Le permite tener una visión más integrada de la enseñanza al utilizar contenidos interdisciplinarios.</p>	<p>Planificar las tareas y ejecutarlas podría llevar más tiempo del programado.</p> <p>Trabajar con un elevado número de estudiantes dificulta detectar las aportaciones y corregir los errores.</p> <p>Relacionar las diferentes áreas de estudio.</p> <p>Dificultad para trabajar con estudiantes que tienen poca motivación para aprender y un bajo rendimiento académico.</p> <p>Incluir actividades con diferentes niveles de complejidad.</p> <p>Explorar y trabajar los contenidos mediante proyectos.</p>
Utilidades para el alumnado	Inconvenientes para el alumnado
<p>Recibir tutela constante para conseguir los resultados.</p> <p>Construir nuevos conocimientos y habilidades a través de la investigación.</p> <p>Promueve la motivación intrínseca y la confianza en uno mismo.</p>	<p>Supone un estudio independiente.</p> <p>Elevada cantidad de trabajo autónomo para realizar el proyecto.</p> <p>Exige aprender a través de la práctica.</p> <p>Además de aprender contenidos, es necesario que el estudiante sepa utilizarlos en el proyecto.</p>





Fomenta el aprendizaje cooperativo e integrador.	Aprender a través de la práctica.
Aprende a tomar decisiones autónomas y a actuar de forma independiente.	Demanda aprendizajes interdisciplinares.
Fomenta la investigación.	Mantener buenas relaciones entre compañeros.
Facilita el contacto con la realidad y el aprendizaje significativo.	Desarrollar adecuadamente habilidades de colaboración y comunicación.
Crear un resultado a partir de la información encontrada.	
Desarrolla autonomía para aprender.	
Ajustan el proyecto a sus propios intereses y habilidades.	
Desarrolla competencias de comunicación oral/escrita.	
Tener una visión integrada del aprendizaje.	

Fuente: Guamán-Guaya *et al.* (2022b, p. 98).

1.2. La importancia de los EVA

El avance de la tecnología ha permitido desarrollar un sinfín de posibilidades que sirven tanto para complementar el sistema educativo como para mejorarlo (Mavri y Hadjiconstantinou, 2018). Con el nacimiento de las TIC y la capacidad transformadora que poseen, se abren nuevas puertas de manera constante, ya sea como medio de comunicación (Cid Górriz *et al.*, 2015), como sistema de apoyo para los procesos de evaluación o como repositorio de información (Nina *et al.*, 2017).

A veces la actitud de los docentes puede ser neutral o poco favorable en la incorporación de estos nuevos recursos, así que se recomiendan actividades formativas para incidir en la percepción de utilidad de las TIC (Nicolás-Robles y Belmonte-Almagro, 2023).

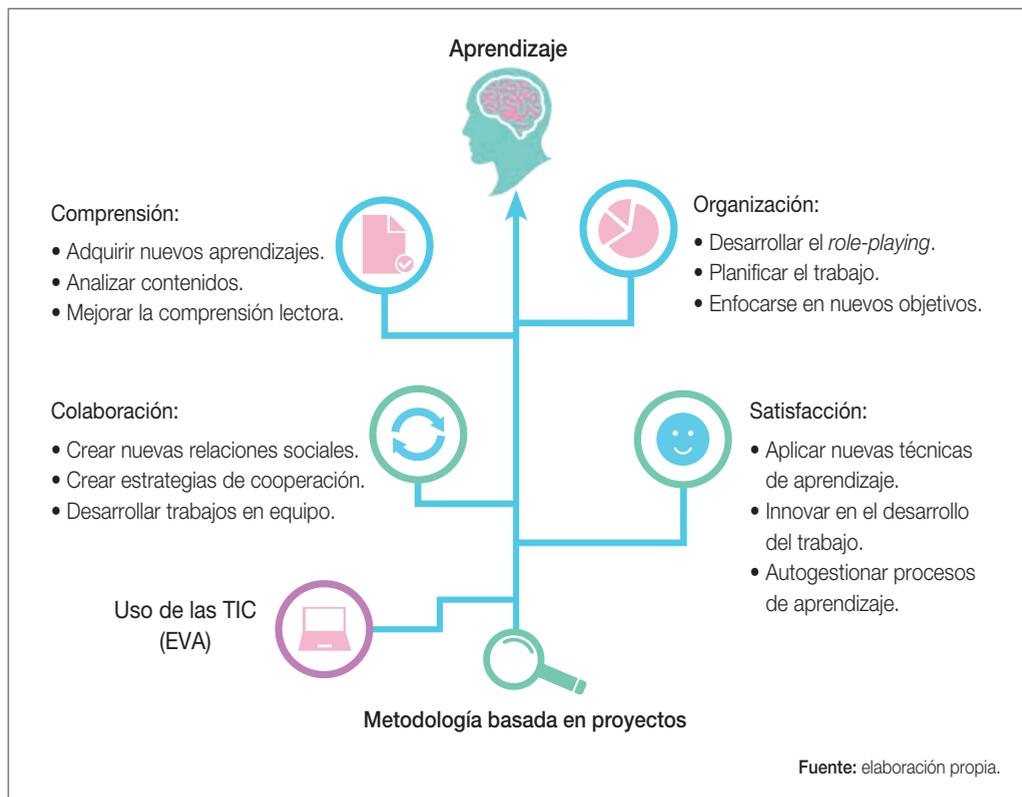
Lion (2019) recomienda acciones públicas para la toma de decisiones políticas sobre la inclusión social y digital en educación, donde el profesorado tenga que migrar hacia nuevas alternativas con el fin de que los estudiantes mejoren su gestión en cuanto al aprendizaje.

Una de estas herramientas digitales útiles para la comunicación y colaboración entre el profesorado y el alumnado, que permite la inclusión digital, es Google Classroom. Esta herramienta se lanzó por primera vez en 2014 como recurso educativo para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje en las diferentes etapas educativas (Akcil *et al.*, 2021). Desde la experiencia de Arias Arranz (2017) y de Gamarra Salas *et al.* (2021), esta aplicación es considerada como un EVA por permitir a la comunidad educativa desarrollar procesos educativos e interactivos utilizando distintas funciones y herramientas informáticas incorporadas.

Por tanto, expertos como Gómez (2020) y Gamarra Salas *et al.* (2021) han visualizado la importancia de Google Classroom como herramienta versátil para la enseñanza y el aprendizaje por crear aulas digitales interactivas; dar la posibilidad de configurar con facilidad los procesos de comunicación con los estudiantes; ahorrar tiempo en la distribución y organización de las tareas; ser accesible, segura y gratuita; y permitir la participación a través de encuentros tanto síncronos como asíncronos. Por otra parte, en el estudio de De Campos Filho (2019) y Dash *et al.* (2021) se concluyó que, tras evaluar la plataforma, la satisfacción de los usuarios en el proceso de aprendizaje era adecuada e ideal en la comunicación digital para el proceso de desarrollo de proyectos por la conexión que se produce entre las distintas disciplinas y los contenidos académicos.

En la figura 1 se puede observar cómo a través del aprendizaje basado en proyectos el estudiante puede desarrollar destrezas organizativas, colaborativas y comprensivas de su aprendizaje a través de los EVA por ofrecer una mirada más crítica e interdisciplinaria de la información.

Figura 1. Sistema de agrupación de las destrezas desarrolladas a través del aprendizaje basado en proyectos por medio de un EVA



2. Objetivos

El objetivo general (OG) que persigue la presente investigación es el siguiente:

OG. Conocer el nivel de satisfacción del alumnado de primaria respecto al uso del entorno virtual de aprendizaje Google Classroom y el trabajo colaborativo que genera el aprendizaje basado en proyectos.

Para alcanzarlo, se plantearon los siguientes objetivos específicos (OE):

OE1. Explorar el grado/nivel de satisfacción del alumnado por cursos.

OE2. Realizar un cuadro comparativo de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) del sistema de trabajo integrado (aprendizaje basado en proyectos-Google Classroom).

3. Método

El estudio se llevó a cabo en un centro educativo de Tarragona en el que se desarrollan diversos proyectos educativos apoyados en EVA, como Google Classroom (primaria) y Moodle (secundaria). El instrumento empleado para la recuperación de datos fue la escala ACOTIC-ALU, diseñada por García-Valcárcel Muñoz-Repiso y Basilotta Gómez-Pablos (2015), la cual fue sometida a un proceso de validación por los investigadores ya citados, quienes evalúan la experiencia de aprendizaje del alumnado de primaria a través de un EVA. Con el fin de que la escala fuera comprensible para los estudiantes de primaria se especificó el entorno que se pretendía evaluar para que los investigadores no intervinieran. La escala ACOTIC-ALU obtuvo un coeficiente de fiabilidad alto (0,908) que consta de 20 ítems con valores de respuesta de cuatro puntos distribuidos en cuatro factores.

La muestra fue no probabilística y por conveniencia, con un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo que supone un procedimiento de selección informal y se utiliza en diversas investigaciones cuantitativas y cualitativas, por lo que nuestro estudio se adapta a estos procesos (Hernández Sampieri *et al.*, 2010). Por tanto, dicha muestra estuvo formada por un total de 143 alumnos participantes, cuya metodología se desarrolló a través de dos pasos. Primero, se notificó a la directiva de la institución para solicitar los permisos correspondientes de aplicación del instrumento. Como segundo paso, se aplicó el cuestionario vía *online* a los estudiantes de primaria.

En cuanto a los datos obtenidos, se realizaron análisis de frecuencias, porcentajes, tablas de contingencias, cruce de variables y contrastes de independencia y de homogeneidad, lo cual permitió la interpretación de los resultados de manera eficiente y eficaz.

4. Resultados

Partiendo de la premisa de que la encuesta pretende evaluar la satisfacción del alumnado de primaria en relación con el uso de las TIC, concretamente, el entorno de aprendizaje de Google Classroom y la metodología basada en proyectos o situaciones de aprendizaje, en el cuadro 2 se desglosan las distintas dimensiones (D), como «D1. Satisfacción», «D2. Organización», «D3. Creación y Colaboración» y «D4. Comprensión de las Actividades», que a la vez tienen en cuenta conceptos tan fundamentales como el «aprendizaje», el «rol del docente» y la «cooperación».

Los resultados se procesaron a través del programa IBM SPSS 24®. Como primer paso se realizó un análisis estadístico descriptivo para los ítems (medias, desviación estándar y frecuencias) que son más relevantes y que influyen de manera positiva en la satisfacción de aprendizaje del alumnado desde la plataforma virtual (considerando las alternativas de respuesta «bastante» y «mucho»), y aquellos que influyen de forma negativa en el mismo («nada» y «poco») (véase cuadro 2). Adicionalmente, se realizó un cruce de variables.

Cuadro 2. Resultados estadísticos descriptivos

D	Ítems	N	Media	DT	Frecuencia (%)			
					N*	P*	B*	M*
D1	1.1. ¿El contenido de los proyectos a través de Classroom te ha resultado aburrido?	143	1,93	1,005	43,30	30,80	15,40	10,50
	1.2. ¿Has aprovechado el tiempo utilizando Classroom en los proyectos?	143	3,17	0,760	2,80	13,30	48,30	35,70
	1.3. ¿Has aprendido más cosas que otras veces trabajando con proyectos a través de Classroom?	143	3,20	0,790	2,10	16,80	40,60	40,60
	1.4. ¿Classroom te ha resultado interesante?	143	3,25	0,800	3,50	11,90	40,60	44,10
	1.5. ¿A partir del uso de Classroom quieres aprender más sobre los temas de los proyectos?	143	3,38	0,794	3,50	9,10	33,60	53,80
	1.6. ¿La información aprendida de los proyectos en Classroom te ha sido útil?	143	3,42	0,686	0,70	9,10	37,80	52,40
	1.7. ¿Te ha gustado trabajar con proyectos usando Classroom?	143	3,56	0,678	1,40	6,30	27,30	65
Total			3,13	0,790				



D	Ítems	N	Media	DT	Frecuencia (%)			
					N*	P*	B*	M*
D2	2.1. ¿A través de Classroom, el profesor te ha ayudado cuando lo necesitabas?	143	3,27	0,928	5,60	16,10	23,80	54,50
	2.2. ¿Con Classroom, has compartido materiales de los proyectos entre tus compañeros?	143	3,24	0,807	3,50	12,60	39,90	44,10
	2.3. ¿El tamaño del grupo para trabajar los proyectos con Classroom era el adecuado?	143	3,41	0,663	2,10	3,50	46,20	48,30
	2.4. ¿Has estado a gusto con tus compañeros de proyectos utilizando Classroom?	143	3,46	0,679	1,40	6,30	37,10	55,20
	2.5. ¿El profesor ha hecho un seguimiento de los proyectos que desarrollamos a través de Classroom?	143	3,43	0,801	4,20	7	30,10	58,70
	2.6. ¿El profesor te ha dicho lo que estaba bien o mal de los proyectos desarrollados con Classroom?	143	3,33	0,878	7	6,30	33,60	53,10
Total			3,36	0,793				
D3	3.1. ¿Has leído mucho con Classroom?	143	2,78	0,755	4,20	29,40	51	15,40
	3.2. ¿Te has distraído cuando usabas Classroom?	143	2,50	1,047	18,90	35	23,10	23,10
	3.3. ¿Has copiado y pegado información al hacer proyectos con Classroom?	143	2,60	1,036	16,80	30,80	28	24,50
	3.4. ¿Ahora te resulta más fácil relacionarte con tus compañeros?	143	2,92	1,097	16,80	14	30,10	39,20
	3.5. ¿Trabajando en grupo, has conseguido hacer bien la tarea?	143	3,43	0,647	-	8,40	39,90	51,70
Total			2,85	0,920				

D	Ítems	N	Media	DT	Frecuencia (%)			
					N*	P*	B*	M*
D4	4.1. ¿Has comprendido las actividades propuestas en los proyectos a través de Classroom?	143	3,46	0,591	0,70	2,80	46,20	50,30
	4.2. ¿El profesor te ha explicado claramente lo que tienes que hacer?	143	3,73	0,581	0,70	4,90	14,70	79,70
	Total		3,60	0,590				

Nota. * Opciones de respuesta abreviada, donde N = Nada, P = Poco, B = Bastante y M = Mucho.

Fuente: elaboración propia.

Con las valoraciones de la D1 (Satisfacción con el aprendizaje), se destaca que existe homogeneidad en las puntuaciones, siendo las más altas las del ítem 1.7 (¿Te ha gustado trabajar con proyectos usando Classroom?) y las del ítem 1.6 (¿La información aprendida de los proyectos en Classroom te ha sido útil?). En el extremo contrario está el ítem 1.1 (¿El contenido de los proyectos a través de Classroom te ha resultado aburrido?), que, aunque con valores bajos, evidencia cómo la plataforma es un eficiente medio de motivación y una herramienta que permite que los estudiantes trabajen basándose en proyectos, dado que la información que han recibido ha sido útil para seguir descubriendo nuevos campos de aprendizaje.

Respecto a la D2 (Organización del trabajo), el alumnado, al valorar positivamente los ítems 2.4 (¿Has estado a gusto con tus compañeros de proyectos utilizando Classroom?), 2.5 (¿El profesor ha hecho un seguimiento de los proyectos que desarrollamos a través de Classroom?) y 2.3 (¿El tamaño del grupo para trabajar los proyectos con Classroom era el adecuado?), plantea un hecho importante, donde el tamaño del grupo influirá para que ellos se sientan satisfechos con el seguimiento que el profesorado realiza de su trabajo. A pesar de no tener valoraciones heterogéneas, con el ítem 2.2 (¿Con Classroom, has compartido materiales de los proyectos entre tus compañeros?) se puede cuestionar si la plataforma es idónea para transferir o compartir materiales-recursos entre compañeros o si necesita de otro tipo de plataformas.

Con la D3 (creación y colaboración), se pueden crear confusiones respecto a los valores obtenidos en los ítems, ya que, a pesar de que los ítems 3.2 (¿Te has distraído cuando usabas Classroom?) y 3.3 (¿Has copiado y pegado información al hacer proyectos con Classroom?) han obtenido puntuaciones bajas, resultan favorables porque se puede afirmar lo mencionado anteriormente: Google Classroom es una plataforma interactiva que no da pie al aburrimiento ni a las distracciones de los estudiantes, y, además de potenciar la investigación en el estudiante, el trabajo en grupo les permitirá ser competentes en el desarrollo de

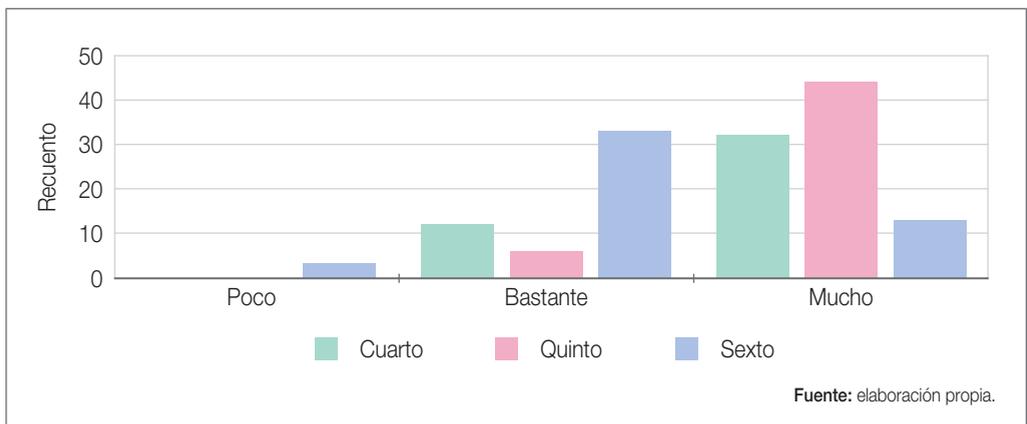
las actividades. Sin embargo, los valores de los ítems 3.4 (¿Ahora te resulta más fácil relacionarte con tus compañeros/as?) y 3.1 (¿Has leído mucho con Classroom?) determinan que no es una plataforma que potencie las relaciones personales ni el desarrollo de la competencia lectora, aspectos que, desde una perspectiva del aprendizaje significativo, son importantes.

La comprensión y las actividades (D4) propuestas por el profesorado reciben valoraciones muy altas, destacándose, a través del ítem 4.2 (¿El profesor te ha explicado claramente lo que tienes que hacer?) y del ítem 4.1 (¿Has comprendido las actividades propuestas en los proyectos a través de Classroom?) que los factores teoría-práctica son relacionales y, por tanto, influyen directamente en la satisfacción del aprendizaje del estudiante. Así, se analiza que la competencia didáctica y pedagógica que el profesor mantiene en su enseñanza permite que el estudiante logre comprender lo que se pretende tanto con los contenidos como con las actividades y su aplicación dentro de un contexto o entorno de aprendizaje.

Tras estos resultados, se procede a realizar un análisis desde otra perspectiva, a partir de la agrupación de los resultados de aquellas cuestiones que pertenecen a una misma dimensión («Satisfacción», «Organización», «Creación y Colaboración» y, por último, «Comprensión de las Actividades»). Para ello, se han recogido las respuestas separadas por los distintos cursos participantes, donde se puede llegar a conocer cuál es el grado de satisfacción (nada, poco, bastante o mucho) que el alumnado mantiene con la metodología de aprendizaje basado en proyectos a través del uso de un EVA como Google Classroom.

La figura 2 muestra la primera dimensión, la «Satisfacción», en la que se observa que quinto de primaria es el curso que con diferencia muestra un grado de satisfacción más elevado en el nivel máximo, seguido de cuarto de primaria. En un segundo nivel está sexto de primaria, que mayoritariamente se sitúa en un grado por debajo e, incluso, hay algún caso en el que la satisfacción es deficiente. Sin embargo, los resultados generales son positivos, valorando la satisfacción como muy alta.

Figura 2. Representación gráfica de la dimensión «Satisfacción» según los distintos cursos



La segunda dimensión, relacionada con la «Organización» (véase figura 3), demuestra una tendencia parecida a la dimensión anterior. En este caso, el alumnado de quinto de primaria es el que muestra un grado más elevado, seguido de los alumnos de cuarto de primaria. Los de sexto de primaria, aunque mayoritariamente también muestran un resultado muy positivo, se sitúan en una puntuación un poco por debajo que el resto, encontrando incluso un grupo de alumnado de sexto de primaria insatisfecho con la organización de los contenidos a través del EVA.

En cuanto a la tercera dimensión, «Creación y Colaboración» (véase figura 4), permite realizar un análisis distinto a las dimensiones anteriores, ya que los resultados son bastante favorables, aunque no tanto como en la satisfacción o la organización. Sin embargo, se observa que hay valoraciones del grado más bajo en todos los cursos.

Figura 3. Representación gráfica de la dimensión «Organización» según los distintos cursos

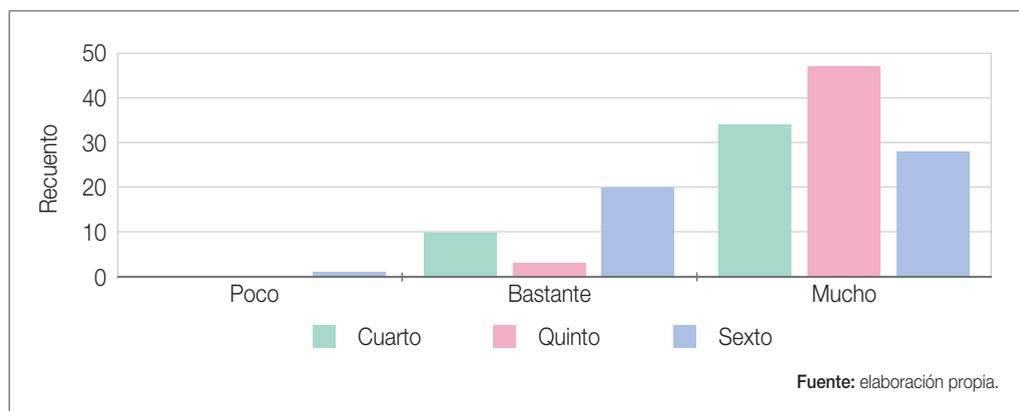
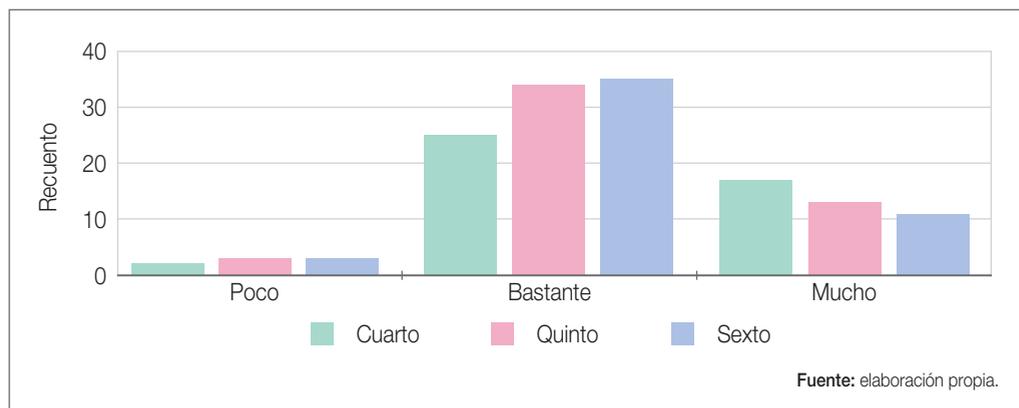
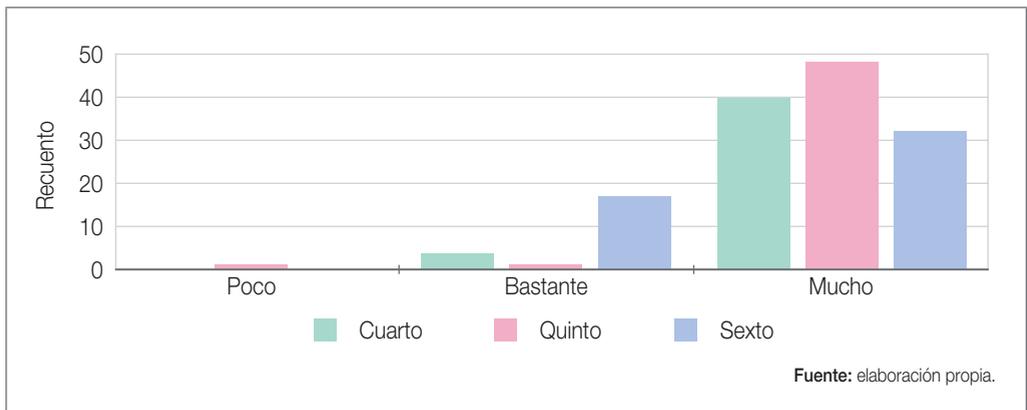


Figura 4. Representación gráfica de la dimensión «Creación y Colaboración» según los distintos cursos



Finalmente, la figura 5 muestra los resultados de la dimensión «Comprensión de las Actividades», que vuelven a ser similares a los de las primeras gráficas, ya que el alumnado de quinto de primaria es el que muestra el grado máximo de valoración, seguido de los de cuarto y sexto de primaria. En este caso, también hay algunos alumnos de quinto de primaria que, aunque en pequeña proporción, valoran que se sienten poco satisfechos con el aprendizaje por no comprender con totalidad las actividades planteadas.

Figura 5. Representación gráfica de la dimensión «Comprensión de las Actividades» según los distintos cursos



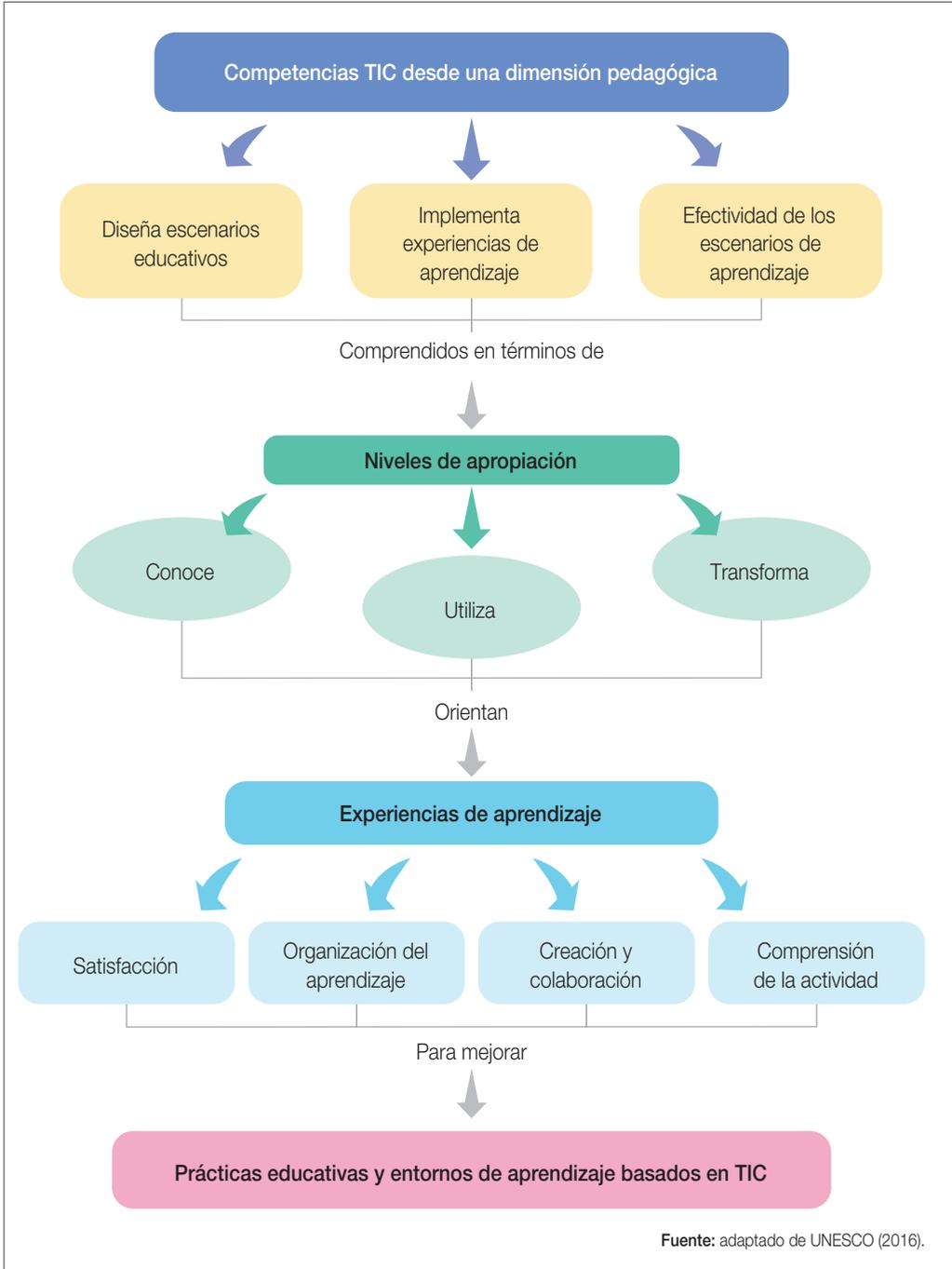
5. Discusión

En la actualidad, es común que la literatura apunte a la generación nacida entre los últimos cinco años del siglo pasado y los primeros diez años del siglo XXI como la «generación Z», por las habilidades y competencias tecnológicas adquiridas, resultado del constante uso de herramientas o plataformas digitales (Estanyol *et al.*, 2023). Ante esto, las investigaciones realizadas por Darwin (2018) y Porat *et al.* (2018) sostienen que las habilidades digitales no son únicamente el resultado de usar los dispositivos durante horas (esto demostraría la adquisición de competencias técnicas), sino de las interacciones que realicen con otros al diseñar, implementar y evaluar sus experiencias de aprendizaje en los centros educativos.

Por tanto, es fundamental ir integrando estos conocimientos a través de metodologías como el *flipped classroom* (Escrig-Tena *et al.*, 2023), los procesos de gamificación o el aprendizaje basado en proyectos. Este hecho puede convertirse en un reto si se intenta asumir dentro de los EVA para mejorar la práctica educativa de los estudiantes (véase figura 6).

Es fundamental ir integrando los conocimientos tecnológicos a través del *flipped classroom*, de los procesos de gamificación o del aprendizaje basado en proyectos

Figura 6. La dimensión pedagógica de las TIC y su relación con las experiencias de aprendizaje



Ante lo expuesto, los resultados de esta investigación son alentadores, ya que revelan que los estudiantes de primaria sienten una alta satisfacción a la hora de trabajar con la metodología de aprendizaje basado en proyectos a través de un entorno virtual como Google Classroom (por encima del 60 % de satisfacción en el caso de los alumnos de quinto de primaria).

A través de las investigaciones de Heggart y Yoo (2018) y de May Acosta *et al.* (2017) se confirma que trabajar la metodología de aprendizaje basado en proyectos con Google Classroom genera una gran motivación en el estudiantado.

Según la experiencia de Guallpa Cuzco y Ruales Romero (2021), esta metodología les permitirá abrirse a nuevos paradigmas organizativos, académicos y comunicativos por la diversidad de técnicas empleadas para el desarrollo y la solución de proyectos.

Hay que ser conscientes de que, como toda herramienta tecnológica, puede generar distractores en mayor o menor medida. Los individuos de esta investigación afirman haberse distraído poco (35 %) o nada (19 %) con la plataforma, llegando a confirmar parcialmente un estudio realizado en México que Google Classroom, a diferencia de otros EVA, no genera distracción por la carencia de anuncios publicitarios de la plataforma (Tarango *et al.*, 2019).

Sin embargo, como punto de mira no solo al entorno virtual, sino también a las TIC en general, hay que concienciar acerca de que un uso excesivo puede convertir a los estudiantes en sujetos pasivos y carentes de generar buenas relaciones, como se evidencia en los participantes de este estudio de investigación.

Organismos internacionales como la UNESCO (2016, 2022), en respuesta a esta gran desventaja comentada, proponen que se diseñen procesos y planes de formación desde esferas gubernamentales donde no solo se abarquen temas específicos enfocados en la interacción responsable de las TIC y en la ciberseguridad, sino en temas que lleven al profesorado a apropiarse de prácticas educativas apoyadas en TIC exitosas para la promoción de procesos de enseñanza y aprendizaje realmente significativos.

Por tanto, tener criterio a la hora de elegir tanto la plataforma como la metodología será imprescindible para no sobrecargar al alumnado de información y que esto afecte a su rendimiento académico (Van Deursen *et al.*, 2021).

Los resultados de este estudio de investigación son alentadores, ya que revelan que el alumnado de primaria siente una alta satisfacción a la hora de trabajar con la metodología de aprendizaje basado en proyectos a través de un entorno virtual como Google Classroom (por encima del 60 % de satisfacción en el caso de los estudiantes de quinto de primaria)

Sin embargo, como punto de mira no solo al entorno virtual, sino también a las TIC en general, hay que concienciar acerca de que un uso excesivo puede convertir al estudiante en un sujeto pasivo y carente de generar buenas relaciones, como se evidencia en las personas intervinientes en este trabajo de investigación

Por otro lado, entre los participantes hay una sensación generalizada respecto a la organización del trabajo, puesto que se aprecia que el profesorado cuenta con un criterio acertado respecto al conocimiento del contexto y/o ecologías de aprendizaje del estudiante para establecer actividades dentro de los grupos de trabajo, dando como resultado un grado de satisfacción con la metodología y la plataforma.

La investigación llevada a cabo por Basilotta Gómez-Pablos *et al.* (2018) permite contrastar los beneficios de estos hallazgos, donde una buena organización grupal del aula (entre 4 a 6 estudiantes por grupo) traerá consigo, además de la eficacia del trabajo, el intercambio de ideas y la justificación de aportes con criterio.

En este punto, conviene tener en cuenta que los participantes de nuestro estudio de investigación perciben que Google Classroom no es una plataforma por la que se transfieran contenidos.

Sin embargo, y de acuerdo con Abuín Vences *et al.* (2021), no se puede menospreciar la utilidad de la plataforma Google Classroom, ya que, al igual que otras herramientas digitales, tiene una rápida y fácil accesibilidad a los contenidos o materiales, permitiendo que el docente invierta menos tiempo en la gestión y/o almacenamiento de la información (Tarango *et al.*, 2019).

Así pues, desde un punto de vista académico, los estudiantes de quinto de primaria son los que muestran un alto grado de satisfacción en cuanto al uso de Google Classroom para trabajar en función de proyectos, mientras que los de sexto de primaria son los menos satisfechos.

Los resultados recabados coinciden con los obtenidos por García-Valcárcel Muñoz-Repiso y Basilotta Gómez-Pablos (2015) en cuanto a rangos y niveles de aceptación.

Finalmente, siguiendo a Cadena-Badilla *et al.* (2015), y en cumplimiento al segundo objetivo específico, se plantea un análisis de la metodología y el uso de Google Classroom a partir de los resultados obtenidos en el cuadro 3, donde se presenta un estudio entre los distintos factores que influyen en la satisfacción del aprendizaje del estudiante a partir de su percepción, categorizados en cuatro ámbitos: DAFO.

Entre las personas participantes en este estudio hay una sensación generalizada en relación con la organización del trabajo, puesto que se aprecia que el profesorado cuenta con un criterio acertado respecto al conocimiento del contexto y/o ecologías de aprendizaje del estudiante para establecer actividades dentro de los grupos de trabajo, dando como resultado un grado de satisfacción con la metodología y la plataforma utilizada

Cuadro 3. Análisis DAFO

Debilidades (D)	Amenazas (A)
<p>Deficientes propuestas pedagógicas por parte del profesorado.</p> <p>No es una herramienta que potencie las relaciones sociales.</p> <p>No fomenta la transferencia de materiales y recursos entre los miembros de un mismo grupo de trabajo.</p> <p>Poca organización de los contenidos.</p> <p>Su uso depende de la infraestructura digital y de los recursos TIC disponibles en el centro.</p>	<p>Desinterés por parte del estudiante en la adquisición de aprendizajes interdisciplinares.</p> <p>No se considera el desarrollo de competencias transversales, particularmente, la lingüística desde la propuesta pedagógica.</p> <p>No disponer de los recursos ni de la infraestructura necesaria para el desarrollo de las propuestas pedagógicas sustentadas en aprendizaje basado en proyectos con EVA.</p>
Fortalezas (F)	Oportunidades (O)
<p>Eficiente medio de motivación para descubrir nuevos escenarios de aprendizaje a través del aprendizaje basado en proyectos.</p> <p>Es una plataforma interactiva porque potencia la investigación y el trabajo en grupo.</p> <p>Permite la comprensión de las actividades de forma interactiva.</p> <p>Trabajo con actividades creativas/interactivas.</p>	<p>Adquisición de competencias de colaboración y cooperación.</p> <p>Potencia el vínculo teórico-práctico en los procesos de enseñanza y aprendizaje.</p> <p>Desarrolla aprendizajes significativos.</p> <p>Desarrolla competencias digitales</p>

Fuente: elaboración propia.

6. Conclusiones

Nadie puede negar que la tecnología, sobre todo las TIC, han aportado un nuevo enfoque en cuanto al uso de nuevas metodologías, recursos, estrategias y herramientas en los procesos educativos dentro del sistema educativo español y, particularmente, en el de Cataluña (Prieto Jiménez, 2008).

Teniendo en cuenta que las TIC tienen un alto potencial en la enseñanza, con esta investigación se sigue confirmando que la función del docente como guía, acompañante y facilitador no podrá ser desplazada de los procesos académicos que se efectúen en los diferentes espacios y entornos de aprendizaje, a pesar de los avances tecnológicos y del desarrollo de nuevos EVA.

Recientes investigaciones han situado el desarrollo tecnológico como palanca de cambio en la educación (Selwyn, 2016, citado en Ribeiro, 2017; Sancho-Gil *et al.*, 2020). Sin embargo, estas mismas experiencias han mostrado lo difícil e ingenuo que puede resultar cambiar las prácticas educativas únicamente a través del uso de determinadas tecnologías, por lo que, a través de esta investigación, se llega a las siguientes conclusiones:

- El estudiantado cuenta con un alto grado de satisfacción gracias a que el profesorado es claro y conciso respecto al contenido y las actividades que se deben desarrollar, convirtiendo este sistema de trabajo integrado (aprendizaje basado en proyectos y Google Classroom) en una gran guía para que el estudiantado aplique aprendizajes interdisciplinares. Sin embargo, dos de las barreras visibles en este punto son que Google Classroom no potencia la transferencia de materiales entre los compañeros de un mismo grupo y que no es una plataforma idónea para el desarrollo de la competencia lectora.
- A pesar de que exista una gran organización de trabajo por parte del profesorado y que el aprendizaje basado en proyectos genere colaboración, Google Classroom no es el medio apropiado para generar eficientes procesos de creación y colaboración entre alumnos. Como resultado, se produce una falta de socialización por parte del estudiantado, requiriéndose el desarrollo de estas habilidades sociales, comunicativas y de cooperación desde contextos físicos y presenciales.
- La libertad pedagógica con la que cuenta el profesorado ha permitido, en función de tres factores (formación, condiciones personales y actitudinales), llegar a construir aprendizajes más significativos y para toda la vida.

Cabe destacar que con esta investigación no se pretende generalizar los resultados y, mucho menos, evaluar la competencia pedagógica del profesorado de primaria, sino aportar datos que permitan crear nuevas estructuras de enseñanza en pro del aprendizaje del estudiante y, en el caso de que los objetivos previstos no se estén cumpliendo, seguir investigando con el fin de analizar nuevas propuestas educativas –que permitan formar a las nuevas generaciones con aquellas competencias esenciales para su futuro– y políticas que, en última instancia, acabarán repercutiendo en la pedagogía, en los centros educativos, en los docentes y, por supuesto, en el alumnado.

Teniendo en cuenta que las TIC tienen un alto potencial en la enseñanza, con esta investigación se sigue confirmando que la función del docente como guía, acompañante y facilitador no podrá ser desplazada de los procesos académicos que se efectúen en los diferentes espacios y entornos de aprendizaje, a pesar de los avances tecnológicos y del desarrollo de nuevos EVA

Referencias bibliográficas

- Abuín Vences, N., Segado Boj, F. J., Cordon Benito, D., Rodríguez Pallares, M. y García Rosales, D. F. (2021). *Google Classroom como herramienta de apoyo educativo en la docencia bimodal*. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/66497/>
- Akcil, U., Uzunboyulu, H. y Kinik, E. (2021). Integration of technology to learning-teaching processes and Google workspace tools: a literature review. *Sustainability*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/su13095018>
- Araújo, U. F. y Sastre, G. (2018). *El aprendizaje basado en problemas*. Editorial Gedisa.
- Arias Arranz, F. M. (2017). *Entornos virtuales de aprendizaje en los centros de educación infantil y primaria* (Trabajo final de grado). <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/24225>
- Barba-Martín, R., Sonllela Velasco, M. y García-Martín, N. (2018). Presencia, participación y progreso: el aprendizaje basado en proyectos en la trayectoria de una maestra en formación. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación*, 21(2), 13-25. <https://doi.org/10.6018/reifop.21.2.323201>
- Basilotta Gómez-Pablos, V., Pinto Llorente, A. M.^a, García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. y García Rodríguez, M.^a L. (2018). La percepción de los docentes de bachillerato sobre un proyecto de aprendizaje-servicio. Un estudio de caso. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(2), 65-78. <https://doi.org/10.6018/reifop.21.2.323301>
- Boix Vilella, S. y Ortega Rodríguez, N. (2020). Beneficios del aprendizaje cooperativo en las áreas troncales de primaria: una revisión de la literatura científica. *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 35(1), 1-13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7711529>
- Cadena-Badilla M., Mejías Acosta, A., Vega-Robes, A. y Vásquez Quiroga, J. (2015). La satisfacción estudiantil universitaria: análisis estratégico a partir del análisis de factores. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 18(1), 9-28. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81642256002.pdf>
- Campos Filho, A. S. de, Souza Fantini, W. de, Ciriaco, M. A., Dos Santos, J., Moreira, F. y Gomes, A. S. (2019). *Health student using google classroom: satisfaction analysis*. En L. Uden, D. Liberona, G. Sanchez, y S. Rodríguez-González (Eds.), *Learning Technology for Education Challenges* (pp. 58-66). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20798-4_6
- Catarino, P., Vasco, P., Lopes, J., Silva, H. y Morais, E. (2019). Cooperative learning on promoting creative thinking and mathematical creativity in higher education. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(3), 5-22. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.3.001>
- Cid Górriz, R., Gil Duran, N. y Segura Meix, M. (2015). La influència del llenguatge de misatgeria instantània en l'alumnat de 6è de primària. *UTE Teaching & Technology (Universitat Tarraconensis)*, 1(2), 46-73. <https://revistes.urv.cat/index.php/ute/article/view/691>
- Chamseddine Habib Allah, M. (2018). Polarización escolar en España. Retos e implicaciones. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 9, 189-205.
- Darvin, R. (2018). Social class and the unequal digital literacies of youth. *Language and Literacy*, 20(3), 26-45. <https://doi.org/10.20360/langandlit29407>

- Dash, S., Samadder, S., Srivastava, A., Meena R. y Ranjan, P. (2021). Review of online teaching platforms in the current period of COVID-19 pandemic. *Indian Journal fo Surgery*, 18, 1-6. <https://doi.org/10.1007/s12262-021-02962-4>
- Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica (Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 8762, de 29 de setembre de 2022).
- Departament d'Educació Generalitat de Catalunya. (2020). *Pla d'Educació digital de Catalunya 2020/2023*. <https://cutt.ly/L3VWq1A>
- Deursen, A. J. A. M. van, Zeeuw, A. van der, Boer, P. de, Jansen, G. y Rompay, T. van. (2021). Development and validation of the internet of things skills scale (IoTSS). *Information, Communication & Society*, 25(13), 1.883-1.899. <https://www.revistacomunicar.com/html/74/es/74-2023-09.html>
- Dewey, J. (1995). *Democracia y educación: una introducción a la filosofía de la educación*. Editorial Morata.
- Escrig-Tena, A. B., Segarra-Ciprés, M., García-Juan, B., Salvador-Gómez, A., Flor-Peris, M.^a L. y Alexandra Badoiu, G. (2023). Evaluación de una experiencia de flipped classroom. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 24, 33-70. <https://doi.org/10.51302/tce.2023.3399>
- Estanyol, E., Montaña, M., Fernández-de-Castro, P., Aranda, D. y Mohammadi, L. (2023). Digital competence among young people in Spain: a gender divide analysis. *Comunicar*, 74, 113-123. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-09>
- Gamarra Salas, J., Chávez Espinoza, W. A. y Segundo Carpio, L. U. (2021). Evaluación de la usabilidad percibida de Google Classroom, Drive y Meet en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco durante la pandemia del COVID-19. *Interfases*, 014, 118-137. <https://doi.org/10.26439/interfases2021.n014.5412>
- García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. y Basilotta Gómez-Pablos, V. (2015). Evaluación de una experiencia de aprendizaje colaborativo con TIC desarrollada en un centro de educación primaria. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 51, a291. <https://doi.org/10.21556/edutec.2015.51.200>
- Gómez, J. M. (2020). Google Classroom: una herramienta para la gestión pedagógica. *Mamakuna: Revista de Divulgación de Experiencias Pedagógicas*, 14, 44-54. <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/1386>
- Gualpa Cuzco, F. G. y Ruales Romero, E. F. (2021). *Ambiente virtual de aprendizaje en la plataforma de Google Classroom para potenciar la motivación y participación en la asignatura de Lengua y Literatura de los estudiantes de 9.º año de EGB de la Unidad Educativa San Luis Beltrán* (Trabajo final de grado). <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/1696>
- Guamán-Guaya, B. N., Calatayud Salom, A. y Sánchez-Delgado, M.^a P. (2022a). Criterios propuestos para seleccionar metodologías de enseñanza en Ecuador a partir del análisis de grupos focales con docentes de bachillerato. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 3(26). <https://doi.org/10.30827/profesorado.v26i3.21487>
- Guamán-Guaya, B. N., Calatayud Salom, A. y Sánchez-Delgado, M.^a P. (2022b). *Las metodologías de enseñanza en la etapa de bachillerato en Ecuador* (Tesis doctoral, Universitat de València). Repositorio Institucional RODERIC. <https://roderic.uv.es/handle/10550/84792>

- Heggart, K. y Yoo, J. (2018). Getting the most from Google Classroom: a pedagogical framework for tertiary educators. *Australian Journal of Teacher Education*, 43(3), 140-153. <http://ro.ecu.edu.au/ajte/vol43/iss3/9>
- Hernández Sampieri, C. R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.ª ed.). McGraw-Hill.
- Ito, M., Gutiérrez, K. D., Livingstone, S., Penuel, B., Rhodes, J., Salen, K., Shor, J., Sefton-Green, J. y Watkins, S. C. (2013). *Digital Media and Learning Research Hub*. <https://cutt.ly/A3VTSrA>
- Liñán-García, M.ª M., Ternero Fernández, F., Ceballos Aranda, M., Lama Sánchez, Á. y Mena-Bernal Rosales, M.ª I. (2021). Aprendizaje basado en proyectos en el grado de educación primaria: trabajar por proyectos para aprender a trabajar por proyectos. *EA. Escuela Abierta*, 24, 75-90. <https://ea.ceuandalucia.es/index.php/EA/article/view/281/312>
- Lion, CH. (2019). *Análisis comparativos de políticas de educación*. UNESCO/Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación. <https://cutt.ly/O3VUgEI>
- LOMLOE. (2020). Ley orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (Boletín Oficial del Estado, núm. 340, de 30 de diciembre de 2020).
- Mavri, A. y Hadjiconstantinou, S. (2018). *Evaluating the use of groupware technologies in support of collaborative learning in an ESP tertiary education course*. En P. Zaphiris y A. Ioannou (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies. Design, Development and Technological Innovation* (pp. 446-465). Springer International Publishing.
- May Acosta, N. K., Patrón Cortes, R. M. y Sahu Maldonado, J. A. (2017). Ambientes educativos a distancia para la mejora de la enseñanza: uso de Classroom. *Revista Electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, 4(8), 1-13. <http://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/download/151/282>
- Molina Torres, M.ª P. (2019). El aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la formación metodológica del profesorado del grado de educación primaria. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 37(1), 123-137. <https://doi.org/10.14201/et2019371123137>
- Naranjo, S. A. y Correa Lemus, F. (2020). La academia en acción: aprendizaje basado en proyectos en entornos universitarios. *Revista Boletín Redipe*, 9(1), 70-78. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i1.893>
- Nicolás-Robles, M.ª J. y Belmonte-Almagro, M.ª L. (2023). Evaluación de las actitudes ante el uso de las TIC en el profesorado universitario. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 25, 29-52. <https://doi.org/10.51302/tce.2023.1424>
- Nina, H., Enciso, L. y Chavez, W. A. (2017). Software as a service Google apps in the internal communication of the National University of San Antonio Abad del Cusco. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bogota, Colombia, October 25-26, 2017* (pp. 701-710). <http://ieomsociety.org/bogota2017/papers/113.pdf>
- Piaget, J. (1977). *The Development of Thought: Equilibrium of Cognitive Structures*. Viking Press.
- Porat, E., Blau, I. y Barak, A. (2018). Measuring digital literacies: junior high-school students' perceived competencies versus actual performance. *Computers & Education*, 126, 23-36. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.030>

- Prieto Jiménez, E. (2008). El papel del profesorado en la actualidad. Su función docente y social. *Foro de Educación*, 10, 325-345. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2907073>
- Ribeiro, J. (2017). Selwyn, N. (2016). *Is Technology Good for Education*. Toronto, ON: John Wiley & Sons. Pages: 160. ISBN: 978-0-7456-9646-1. *Canadian Journal of Educational Administration and Policy*, 182, 42-45. <https://n9.cl/x1iqj>
- Sancho-Gil, J. M., Rivera-Vargas, P. y Miño-Puigcercós, R. (2020). Moving beyond the predictable failure of Ed-Tech initiatives. *Learning, Media and Technology*, 45, 61-75. <https://cutt.ly/f3VYqgD>
- Tarango, J., Machin-Mastromatteo, J.D. y Romo-González, J. R. (2019). Evaluación según diseño y aprendizaje de Google Classroom y Chamilo. *IE. Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(19), 91-104. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i19.518
- UNESCO. (2016). *Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente*. Pontificia Universidad Javeriana (Call). <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/estandares-tic-javeriana-unesco.pdf>
- UNESCO. (2022). *Guidelines for ICT in Education Policies and Masterplans*. <https://n9.cl/mz0y0>
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language*. MIT Press.

Bertha Guamán-Guaya. Doctora en Educación con mención *cum laude* por la Universitat de València (España). Máster Universitario en Política, Gestión y Dirección de Organizaciones Educativas por la Universitat de València. Actualmente, trabaja como profesora en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE (Ecuador) y es tutora de trabajo fin de máster en la Universidad Internacional de Valencia (España). Ha sido parte de una investigación de cohesión social para titulaciones universitarias dentro del grupo UNIVECS de la Universitat de València. Sus investigaciones se centran en las metodologías de enseñanza, por lo que, en la actualidad, es parte del equipo de investigación del Departamento de Didáctica y Organización Escolar (DOE) de la Universitat de Valencia.

Robert Cid-Górriz. Doctorando en Educación por la Universitat de València (España). Ha desarrollado un Máster en Psicopedagogía por la Universitat de Barcelona (España) y es graduado en Educación Primaria por la Universitat Rovira i Virgili (España). Actualmente, es docente en el Col·legi Diocesà Sagrada Família de Tortosa (España) y ejerce como tutor y jefe de estudios de las etapas de Educación Infantil y de Educación Primaria. También ha trabajado en la Escola Universitària de la Salut i Esport (España) como tutor de trabajos de final de grado. Ha realizado investigaciones sobre la influencia del lenguaje de mensajería instantánea que se utiliza en contextos digitales en los alumnos de sexto de primaria.

Contribución de autores. Idea: B. G.-G.; Revisión de literatura (estado del arte): B. G.-G. y R. C.-G.; Selección de la muestra: B. G.-G. y R. C.-G.; Metodología: B. G.-G. y R. C.-G.; Aplicación del instrumento: R. C.-G.; Análisis de datos: B. G.-G. y R. C.-G.; Resultados: B. G.-G. y R. C.-G.; Discusión y conclusiones: B. G.-G. y R. C.-G.; Redacción (borrador original): B. G.-G. y R. C.-G.; Revisiones finales: B. G.-G. y R. C.-G.

¿Tramposo e injusto? Entonces, es humano. Robots sociales educativos y ética sintética

María Isabel Gómez-León

Profesora de la Universidad Internacional de La Rioja (Logroño, España)
isabel.gomez@unir.net | <https://orcid.org/0000-0001-7466-5441>

Extracto

La educación comienza a hacer uso de la inteligencia artificial emocional a través de robots educativos antropomorfizados. La evidencia respalda que los estudiantes (hombres y mujeres) son capaces de crear vínculos emocionales con estos agentes. Sin embargo, cada vez se están encontrando más casos de desinhibición abusiva en este tipo de interacciones, como degradaciones racistas o sexistas, abuso de poder y violencia. Algunos investigadores alertan sobre las consecuencias negativas que este tipo de conductas pueden tener a largo plazo, tanto para la educación ética de los estudiantes como para los robots que aprenden de estas conductas. A pesar de su relevancia desde una perspectiva social y educativa, existen pocos estudios que intenten comprender los mecanismos que subyacen a estas prácticas inmorales o colectivamente dañinas. El objetivo de este artículo es revisar y analizar las investigaciones que han tratado de estudiar el comportamiento antiético del ser humano a través de su interacción con los robots sociales antropomórficos. Se realizó un estudio bibliométrico descriptivo siguiendo los criterios de la declaración PRISMA. Los resultados muestran que, bajo ciertas circunstancias, la antropomorfización y la atribución de intencionalidad a los agentes robóticos podría ser desventajosa, provocando actitudes de rechazo, deshumanización e incluso violencia. Sin embargo, una visión más realista tanto de las capacidades y limitaciones de estos agentes como de los mecanismos que guían la conducta humana podría ayudar a aprovechar el gran potencial de esta tecnología para promover el desarrollo moral y la conciencia ética de los estudiantes.

Palabras clave: tecnología educativa; robots sociales; inteligencia artificial; engaño; abuso; deshonestidad; integridad académica; ética sintética.

Recibido: 30-04-2023 | Aceptado: 28-09-2023 | Publicado: 07-01-2024

Cómo citar: Gómez-León, M.ª I. (2024). ¿Tramposo e injusto? Entonces, es humano. Robots sociales educativos y ética sintética. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 167-186. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18841>



Cheating and unfair? So, its human. Educational social robots and synthetic ethics

María Isabel Gómez-León

Profesora de la Universidad Internacional de La Rioja (Logroño, España)
isabel.gomez@unir.net | <https://orcid.org/0000-0001-7466-5441>

Abstract

Education begins to make use of emotional artificial intelligence through anthropomorphized educational robots. Evidence supports that students (men and women) are able to create emotional bonds with these agents. However, more and more cases of abusive disinhibition are being found in such interactions, such as racist or sexist degradation, abuse of power and violence. Some researchers warn about the negative consequences that this type of behavior can have in the long term, both for the ethical education of students and for robots that learn from these behaviors. Despite their relevance from a social and educational perspective, there are few studies that attempt to understand the mechanisms underlying these immoral or collectively harmful practices. The aim of this article is to review and analyze the research that has tried to study the unethical behavior of the human being through its interaction with anthropomorphic social robots. A descriptive bibliometric study was carried out following the criteria of the PRISMA declaration. The results show that, under certain circumstances, anthropomorphization and attribution of intentionality to robotic agents could be disadvantageous causing attitudes of rejection, dehumanization and even violence. However, a more realistic view of both the capabilities and limitations of these agents and the mechanisms that guide human behavior could help harness the great potential of this technology to promote students' moral development and ethical awareness.

Keywords: educational technology; social robots; artificial intelligence; cheating behavior; robot abuse; dishonesty; academic integrity; synthetic ethics.

Received: 30-04-2023 | Accepted: 28-09-2023 | Published: 07-01-2024

Citation: Gómez-León, M.^aI. (2024). Cheating and unfair? So, its human. Educational social robots and synthetic ethics. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 167-186. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18841>



Sumario

1. Introducción
 2. Objetivos
 3. Método
 4. Resultados
 - 4.1. Antropomorfismo y categorías sociales humanas
 - 4.2. Antropomorfismo y conductas relacionadas con la integridad académica
 - 4.3. Antropomorfismo, vinculación emocional y violencia
 5. Discusión
 - 5.1. El mayor riesgo de la humanización es la deshumanización
 - 5.2. Riesgos educativos de la deshumanización
 - 5.3. ¿Qué y cuándo humanizar?
 - 5.4. Aprovechar el potencial de los robots antropomórficos: claridad y transparencia
 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

1. Introducción

El antropomorfismo es la tendencia humana a atribuir rasgos humanos a entidades no humanas, o a tratar el comportamiento no humano como motivado por sentimientos y estados mentales humanos (Rajaonah y Zio, 2022). La gente ha tendido a antropomorfizar los objetos inanimados durante siglos, viendo caras en las nubes, en las copas de los árboles o en las piedras. Hoy, el antropomorfismo es utilizado por la robótica social para dotar a los robots de presencia y comportamientos que sean lo suficientemente creíbles como para fomentar la conexión, el interés y el compromiso socioemocional con el usuario. Un robot social es un agente autónomo físicamente encarnado que se comunica con los humanos a través de señales socioemocionales y que aprende de forma adaptativa mientras se va individualizando de los demás una vez fabricado y programado. Durante los últimos veinte años se ha incrementado el desarrollo de robots sociales que están hechos para interactuar como cuidadores, terapeutas, compañeros o tutores en las escuelas. Los esfuerzos se han centrado en crear robots que se asemejen a los humanos en apariencia, mente, expresión emocional y comportamiento.

La investigación ha mostrado que la antropomorfización en la interacción humano-robot puede desencadenar comportamientos similares a los observados en las interacciones humanas (Spatola *et al.*, 2018, 2019). Por lo tanto, a medida que ha avanzado la comprensión sobre los mecanismos cognitivos y emocionales de la conducta humana, también ha avanzado el desarrollo de una tecnología capaz de influir significativamente en el comportamiento, en los vínculos sociales, en la convivencia y en las conductas colaborativas. Una parte importante de la literatura ha destacado el potencial de los robots sociales para crear vínculos emocionales significativos y aumentar los resultados cognitivos y afectivos del estudiante (Spatola *et al.*, 2018). Sin embargo, las investigaciones están mostrando cada vez más casos de desinhibición abusiva hacia estos agentes. Situaciones donde el agente compañero pasa a convertirse en un objeto subordinado y maltratado. Los investigadores advierten sobre las implicaciones que este tipo de conductas pueden tener a largo plazo, como amplificación de estereotipos nocivos, daño emocional a grupos socioemocionalmente vulnerables, aceptabilidad de la agresión relacional y/o desensibilización y generalización de conductas antisociales a otros seres vivos (Darling, 2021).

Hay avances en la neurociencia cognitiva donde diversas disciplinas se combinan para analizar y comprender los mecanismos que subyacen al pensamiento y comportamiento éticos (Bartneck *et al.*, 2020; Rajaonah y Zio, 2022). Sin embargo, existen menos estudios que intenten comprender los mecanismos detrás del cumplimiento excesivo o la aceptación prolongada de prácticas inmorales o colectivamente dañinas, a pesar de ser igualmente relevantes desde una perspectiva social y educativa.

Si lo que se pretende es que la inteligencia artificial facilite, aliente y fortalezca los intercambios de los estudiantes en la dirección ética, es necesario que los diseñadores tengan

una comprensión profunda del comportamiento humano en interacción con los robots sociales, incluidas las tendencias a los comportamientos sociales sin sentido, la discriminación, la deshonestidad, el abuso y la violencia.

La ética sintética posibilita usar los agentes artificiales en esta dirección. Puede establecerse como una nueva ciencia de los seres humanos en la que los robots antropomórficos funcionan como «objetos», pero también como «instrumentos» de una indagación sobre lo que constituye la identidad o la particularidad humana (Rajaonah y Zio, 2022). El uso de agentes artificiales permite manipular y controlar varios parámetros de comportamiento, apariencia y expresividad en uno de los compañeros de interacción (el agente artificial) y examinar el efecto de estos parámetros en el otro compañero de interacción (el ser humano). Al mismo tiempo, usar agentes artificiales significa introducir la presencia de sistemas artificiales, pero parecidos a los humanos, en la esfera social humana. Esto permite probar de manera controlada, pero ecológicamente válida, los mecanismos humanos fundamentales de la cognición social tanto a nivel conductual como neuronal.

En este sentido, la ética sintética podría permitir estudiar las fortalezas y las debilidades de las relaciones humanas y mejorar su calidad construyendo tecnología en consecuencia. La cuestión es:

¿Qué características del ser humano no sería beneficioso reproducir en el diseño de robots sociales destinados al desarrollo de las interacciones éticas de los estudiantes?

2. Objetivos

El objetivo de este artículo es revisar y analizar las investigaciones que han estudiado el comportamiento antiético del ser humano a través de su interacción con los robots sociales antropomórficos.

3. Método

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo a través de las bases de datos Scopus, Web of Science, PubMed, IEEE Xplore y ACM Digital Library, siguiendo las recomendaciones PRISMA. Se utilizaron los términos (*dishonesty* o *cheating behavior* o *abuse* o *violence* o *dehumanization* o *stereotypes* o *morality* o *ethics*) y (*robots social* o *autonomous robots* o *artificial intelligence*).

En dicha búsqueda se identificaron un total de 374 artículos. De estos, 59 artículos fueron descartados por estar duplicados. Se incluyeron estudios empíricos escritos en cualquier lengua que estudiaran la interacción humano-robot social y que presentaran resultados relacionados con conductas antiéticas. Se excluyeron los estudios con poblaciones

clínicas, aquellos que no incluyeron robots antropomórficos y aquellos otros que utilizaron exclusivamente agentes virtuales para estudiar la relación humano-agente artificial.

Para aplicar los criterios de inclusión y exclusión se importaron registros de las bases de datos a la herramienta Rayyan QCRI. Tras la aplicación de los criterios de inclusión/exclusión, se mantuvieron 51 artículos. Se analizó la calidad metodológica de los estudios seleccionados; en concreto, se tuvo en cuenta el tamaño de la muestra, el tipo de diseño, la definición de variables, la validez y fiabilidad de los instrumentos de medida, el procedimiento de recogida de datos y la descripción y especificación de los métodos estadísticos. Tras este análisis, nueve artículos fueron valorados con una calidad baja, por lo que fueron eliminados. Tras una revisión exhaustiva de los artículos se realizaron búsquedas indirectas a través de los autores más citados o de aquellos que presentasen datos relevantes o novedosos para la elaboración del trabajo. La selección final estuvo formada por 42 artículos.

4. Resultados

4.1. Antropomorfismo y categorías sociales humanas

Un factor que afecta significativamente el proceso de antropomorfizar objetos, y luego empatizar con ellos, es su apariencia; por ejemplo, tener una estructura que se asemeje a un humano, pero solo hasta cierto punto. Según la teoría del Valle Inquietante, la respuesta puede pasar repentinamente a la inquietud y al rechazo ante representaciones humanas demasiado realistas, pero siempre imperfectas (Feng *et al.*, 2018). Sin embargo, el atractivo físico de un robot puede superar la inquietud que provoca el efecto del Valle Inquietante. De hecho, es el factor que mejor predice su aceptación como compañero de trabajo. En este caso, al parecer se produce un sesgo en el que la belleza se relaciona con la bondad, y este estereotipo es especialmente influyente cuando el humano y el robot son del sexo opuesto (Eyssel y Hegel, 2012).

Los estereotipos de género entre humanos también influyen en el curso de las interacciones entre humanos y robots. Desde el punto de vista del desarrollo, los niños comienzan a atribuir un sesgo de género a los robots a la edad de cinco años, clasificándolos como masculinos (aunque en la lengua nativa el sustantivo no sea masculino) (Okanda y Taniguchi, 2021). Un robot con cabello corto y labios planos es calificado como menos femenino y más adecuado para tareas típicamente masculinas (por ejemplo, trabajo técnico) que un robot idéntico con cabello largo y labios bien formados, que es calificado como más femenino y más adecuado para tareas típicamente femeninas (por ejemplo, crianza de niños). En adultos, la relación entre cintura-cadera y el ancho de los hombros es suficiente para provocar el mismo efecto (Bernotat *et al.*, 2017).

Pero no solo la apariencia física o el nombre del robot (masculino o femenino) parecen ser suficientes para asociar ciertos trabajos con un género en particular (Jackson *et al.*, 2020).

Asimismo, un robot con voz masculina es clasificado como más creíble y competente que un robot con voz femenina, a pesar de que el contenido del discurso sea el mismo. Como consecuencia, hay más probabilidades de que una persona (independientemente del sexo) siga las instrucciones de una máquina si su voz es masculina. Del mismo modo, es percibido más favorablemente que un robot masculino rechace o cuestione órdenes humanas potencialmente inmorales a que lo haga un robot femenino, particularmente para los participantes de género masculino (Jackson *et al.*, 2020). Se ha encontrado, además, que los hombres son más propensos a donar dinero a un robot del sexo opuesto, a quien, por otra parte, consideran más atractivo, mientras que esta preferencia no se observa en las mujeres (Nass y Moon, 2000). En estudiantes adolescentes (14 a 16 años), las alumnas tienen mayores ganancias de aprendizaje cuando interactúan con un agente pedagógico femenino, no siendo el caso de los estudiantes masculinos, quienes obtienen sus peores resultados afectivos y cognitivos cuando el agente es femenino (Arroyo *et al.*, 2018).

En cuanto a los rasgos físicos étnicos, se ha detectado que las personas califican a los agentes informáticos que tienen una cara de la misma etnia como más atractivos, confiables, persuasivos e inteligentes que a los agentes que poseen rasgos de otra etnia (Nass y Moon, 2000). Estos últimos son considerados como pertenecientes a un grupo extraño, lo que disminuye la empatía y aumenta la deshumanización hacia los integrantes del grupo (Spatola *et al.*, 2019; Strait *et al.*, 2018). El simple hecho de señalar el país de origen sesga el grado de calidez y competencia con la que se percibe al robot. Por ejemplo, los robots de países percibidos como de baja calidez (como Rusia) podrían considerarse objetivos aceptables para comportamientos socialmente inaceptables porque son percibidos como más distantes de los humanos que los de países percibidos como de alta calidez (como España) (Spatola *et al.*, 2019).

A veces, la deshumanización puede minimizarse o eliminarse empleando tácticas de manipulación de la relación intergrupala; por ejemplo, si los robots son presentados a personas alemanas con nombres que son populares en Alemania, son tratados más positivamente y reconocidos como más humanos que los robots con nombres que suenan extranjeros (Eyssele y Kuchenbrandt, 2012). Otra táctica que parece reducir la deshumanización del «otro» es introducir una narrativa que conduzca a la individualización; por ejemplo, cuando un robot con aspecto de insecto es presentado de la siguiente manera: «Este es Francisco, un ser entrañable. Su color favorito es el rojo. Ha vivido en el laboratorio durante varios meses. Recientemente ha tenido la oportunidad de jugar con otros robots y ha estado emocionado desde entonces» (Darling *et al.*, 2015, p. 772), los participantes dudan durante mucho más tiempo en destruirlo con un martillo que cuando no es presentado.

Además, las personas consideran más humanos a los robots que comparten características culturales que van más allá de la apariencia y el lenguaje, como coloquialismos locales o historias personales que identifiquen elementos culturales comunes (el tráfico de la ciudad, la bandera de un equipo regional, etc.). De acuerdo con este principio de «similitud-atracción», cuando los participantes trabajan con un robot que muestra un estilo de personalidad que coincide con el suyo, «dominante» o «sumiso», lo consideran más inteligente y

convinciente, a pesar de que el contenido sea idéntico. Es más, cuando la «personalidad» del robot coincide con la del usuario, es más probable que las personas le den crédito al agente por su éxito y menos probable que le culpen por el fracaso, en comparación a cuando hay un desajuste de personalidad (Esteban *et al.*, 2022).

Pero no solo las características físicas y de personalidad, sino también la posición laboral del agente social parece influir en la conducta del usuario. Las personas muestran más responsabilidad por la finalización exitosa de una tarea cuando trabajan con un robot que ocupa un puesto subordinado. Sin embargo, cuando el robot tiene semejanza humana y/o está en una posición de autoridad, las personas tienden a implicarse menos en la tarea y a delegar la responsabilidad en el robot. Por ejemplo, la responsabilidad asumida por un médico ante una decisión clínica errónea es menor si esta ha sido tomada con la ayuda de un robot al que se le ha atribuido un estatus superior, aunque el rendimiento sea el mismo (Bleher y Braun, 2022). El efecto de la categorización es tan fuerte que la mera rotulación de una máquina como «especialista» hace que los segmentos de noticias que reproduce sean considerados significativamente más informativos, interesantes, serios y de alta calidad que aquellos otros que reproduce una máquina con el rótulo «generalista», a pesar de que los segmentos de noticias sean idénticos (Nass y Moon, 2000).

4.2. Antropomorfismo y conductas relacionadas con la integridad académica

Aunque los dos aspectos más importantes para que los agentes artificiales parezcan sociales son la apariencia y el comportamiento humano, el comportamiento es probablemente más crítico que la apariencia (Gómez-León, 2023). De hecho, cuando, por ejemplo, una aspiradora muestra un movimiento autónomo coordinado con el de un ser humano, la persona se inclina a interactuar socialmente con ella (Fink *et al.*, 2012).

La memoria perfecta, las fuertes habilidades de razonamiento y el desempeño impecable son rasgos cognitivos típicos asociados a los robots. En cambio, el olvido y el razonamiento erróneo son patrones cognitivos típicos asociados a los humanos, por lo que un robot que funciona de manera defectuosa resulta más agradable y humano que uno que no comete errores, aunque sea considerado como menos inteligente y conduzca a un peor desempeño en la tarea y a una mayor desconfianza (Mirmig *et al.*, 2017). Si el robot reconoce sus errores, pero no trata de corregirlos, se percibe como menos capaz y confiable, pero nos resulta más familiar. De la misma manera, cuando un robot comete errores de habla, se le considera menos sincero, pero ayuda a que la interacción se perciba como más humana (Cameron *et al.*, 2020).

Por otra parte, las personas consideran que los robots injustos/tramposos tienen un comportamiento más similar al humano, lo que potencia la interacción con él, el compromiso social y la atribución de estados mentales (Litoiu *et al.*, 2015). Es más, las personas no se molestan si un robot engaña para obtener algún beneficio a su favor, solo lo hacen cuando el engaño va en contra de los beneficios de la persona.

Conductas sociales como la lealtad, la confianza, la devolución de favores o ayudar a alguien parecen surgir cuando se espera obtener algún beneficio o, al menos, cuando no suponen una pérdida de beneficios, y esto se aplica a diversos dominios. Zonca *et al.* (2021) hallaron que las personas colaboraban en una tarea durante más tiempo y con mayor precisión si el agente les ayudaba previamente que si no lo hacía. Es más, las personas tendían a tener más en cuenta los consejos de quienes previamente habían tenido en cuenta su propia opinión, por lo que, incluso si habían perdido la confianza en el robot, fingían tener en cuenta sus opiniones para complacerle y poder ejercer mayor influencia sobre él. Kirby *et al.* (2010) encontraron que los participantes tendían a evitar los robots cuando estos manifestaban un estado de ánimo negativo, como la tristeza, sin embargo, cuando el robot proporcionaba un estado de ánimo positivo, como la alegría, las personas interactuaban con él durante más tiempo. En un juego de incentivos económicos/materiales, Hsieh *et al.* (2023) determinaron que, independientemente del estado emocional del robot, el comportamiento prosocial de las personas solo aparecía cuando habían logrado ganancias personales elevadas.

Al parecer, las personas toman decisiones en beneficio propio, pero, al mismo tiempo, tratan de aparentar que son personas morales (Hoffman *et al.*, 2015), por lo que solo la presencia de un robot es suficiente para disminuir las trampas (Ahmad y Refik, 2022; Hoffman *et al.*, 2015; Petisca *et al.*, 2022). Aunque las conductas deshonestas pueden aumentar si el robot no parece ser consciente de la trampa, las personas perciben sus limitaciones u observan que otros incumplen las normas sin obtener consecuencias negativas por ello (Forlizzi *et al.*, 2016). Por ejemplo, Petisca *et al.* (2022) encontraron que estar en presencia de un robot cuyo comportamiento refleja que es consciente de la situación (interviene cuando hace trampa) disminuía el comportamiento de engaño, frente a un robot no consciente de la situación. Sin embargo, interactuar con un robot que mostraba intervenciones verbales simples desinhibía el engaño en la tarea, ya que las personas tendían a aprovecharse cuando percibían sus limitaciones. Ayub *et al.* (2021) mostraron en un grupo de estudiantes universitarios que la exposición previa al engaño de los compañeros aumentaba significativamente la probabilidad de hacer trampa. Forlizzi *et al.* (2016) observaron que la vigilancia de un robot tampoco parecía tener efecto cuando alguien robaba aperitivos en un espacio público. En este caso, la conducta se propagaba rápidamente entre los espectadores. Es más, si la degradación ética ocurría lentamente, es decir, sin que se notara demasiado, se aceptaba mejor que cuando ocurría un cambio abrupto.

Por otra parte, Mubin *et al.* (2020) descubrieron que la apariencia amigable de un robot parecía no ser adecuada para mantener la disciplina en el aula, mientras que un robot percibido como más intimidante mejoraba significativamente la deshonestidad académica. Es más, Spatola *et al.* (2018) observaron que, cuando el robot era considerado como «malo» (respondía con desprecio, falta de empatía y evaluaba negativamente la inteligencia del estudiante), este tenía el mismo efecto que la presencia humana e incrementaba la atención en la tarea, frente a un robot amable y empático. Adicionalmente, Kennedy *et al.* (2015) detectaron que el 17 % de una muestra de niños de entre 7 y 8 años asociaba la figura del maestro a un robot con un comportamiento social, mientras que el 64 % la asociaba a un robot con un comportamiento asocial, lo cual mejoró significativamente el aprendizaje (Kennedy *et al.*, 2015).

En algunas situaciones el antropomorfismo puede ser desventajoso, especialmente cuando las respuestas empáticas del agente son incongruentes durante el diálogo o cuando sus respuestas no cumplen con las expectativas asociadas a su apariencia humana (Wiese *et al.*, 2017). Por ejemplo, si un robot no expresa emociones negativas durante una tarea competitiva se concibe como extraño, frío, estresante e irritante (Becker *et al.*, 2005). Las actitudes de las personas también pueden ser negativas cuando la autonomía del robot se percibe como amenazante. Maninger y Shank (2022) determinaron que las personas etiquetan a los robots con un alto grado de gerencia y autonomía como agentes intencionales con plenas responsabilidades morales, pero con una capacidad limitada para sentirse a sí mismos y a los demás, de manera que, cuando un robot comete un acto dañino, se considera tan inmoral como si lo comete un humano, pero recibe una mayor parte de la culpa. Como consecuencia, las personas atribuyen una mayor maldad a un agente de inteligencia artificial cuando se comete una violación moral que a la organización, al programador o a los usuarios (Shank y DeSanti, 2018). Adicionalmente, la incapacidad para categorizar a los robots en una entidad ontológica bien definida disminuye la empatía y aumenta el sesgo de la deshumanización (Shank y DeSanti, 2018), por lo que es más probable que se les nieguen derechos morales, que sean juzgados con más dureza y que otros los dañen (Wiese *et al.*, 2017).

4.3. Antropomorfismo, vinculación emocional y violencia

Diferentes estudios han mostrado que los robots sociales generan confianza, aumentan el bienestar socioemocional y favorecen vínculos afectivos que las personas describen como amor y cuidado recíprocos (Rajaonah y Zio, 2022). Pero ¿hasta qué punto el ser humano sería capaz de hacer daño a un robot con el que establece algún tipo de vínculo emocional?

Brščić *et al.* (2015) y Nomura *et al.* (2016) observaron que los niños de 5 a 9 años abusaban a menudo de robots situados en los centros comerciales. Los niños utilizaban insultos, obstruían repetidamente el camino del robot e incluso le pateaban y golpeaban, a pesar de que lo consideraran humano y de que aproximadamente la mitad de ellos creyera que el robot era capaz de experimentar dolor y estrés. La mayoría decía haber abusado porque sentían curiosidad, porque disfrutaban haciéndolo o, simplemente, porque otros también lo hacían.

Otros experimentos en contextos naturales han mostrado comportamientos abusivos similares. Estudiantes de una residencia universitaria dirigieron burlas, abuso de poder e insultos hacia un robot que intentaba iniciar interacciones positivas con ellos (Rehm y Krogsager, 2013). La implementación de un robot de servicio en un entorno público recibió conductas de intimidación que a menudo escalaron hacia la agresión y la violencia física (incluidas patadas, puñetazos y bofetadas) (Salvini, *et al.*, 2010). Durante una sesión de clase, más del 38 % de los estudiantes abusaron de una agente pedagógica conversacional empleando la hipersexualización y la cosificación y ubicándola en un rol inferior y subordinado (Veletsianos *et al.*, 2008). El análisis de las interacciones espontáneas con un robot conversacional diseñado exclusivamente para el entretenimiento mostró que el abuso verbal, la discrimi-

nación y la degradación eran generalizados: «Serás mi esclavo y si te digo que hagas algo, hazlo directamente. ¡Dime tu nombre ahora, esclavo!» (De Angeli y Brahnham, 2008, p. 309). Además, el acoso sexual, las ofensas y los insultos eran habituales. Strait *et al.* (2018) encontraron que la frecuencia y el grado en el que se manifiesta este tipo de agresiones en dominios públicos es significativamente mayor hacia los robots de género femenino, y la respuesta es aún más negativa y deshumanizante cuando la agente es clasificada como asiática o negra que cuando lo es como blanca.

Explicitar la capacidad del robot para pensar y sentir no afecta la voluntad de humillarle (Keijsers *et al.*, 2022). Es más, sorprendentemente, existe una relación positiva entre señalar el derecho que tiene el robot a la protección contra el abuso y la tendencia a menospreciarlo en público. En los estudios de Keijsers *et al.* (2022) y de Tan *et al.* (2018) ningún participante le dijo explícitamente al acosador que dejara de maltratar al robot o que su abuso era moralmente incorrecto. Además, los espectadores del abuso intervinieron menos cuando el robot emitió señales emocionales mientras era golpeado (pedir ayuda y acurrucarse) que cuando no respondió (Keijsers *et al.*, 2022; Tan *et al.*, 2018). Garcia-Goo *et al.* (2022) encontraron que los espectadores aceptaban más la agresión cuando se producía hacia un hombre que hacia una mujer, incluso si el daño causado eran idéntico. Es más, aquellos con una mayor orientación a la dominación social y al sexismo hostil mostraron una mayor insensibilidad ante la víctima (de cualquier sexo), a pesar de atribuirle una mayor capacidad para experimentar dolor. A ellos la victimización les resultó divertida, entretenida, graciosa e incluso hilarante, y la víctima, estúpida.

En laboratorio, reproduciendo el experimento de obediencia de Milgram, donde los participantes debían administrar descargas eléctricas a un estudiante cuando respondía incorrectamente, Bartneck *et al.* (2005) detectaron que todos los participantes administraron el voltaje más alto cuando se trataba de un robot, en comparación con solo el 40 % en el estudio original de Milgram. En un estudio posterior, Bartneck *et al.* (2007) hallaron que, tras interactuar con un robot, los participantes dudaban hasta tres veces menos en apagarlo y borrarle la memoria (lo que equivaldría a «matarle») si era percibido como menos inteligente. En la misma línea, Riddoch y Cross (2021) encontraron que incluso aquellos participantes que decían sentirse apegados hacia un robot y que lo percibían como una presencia social, con emociones y capacidad de sentir dolor, dudaban menos de 25 segundos en golpearlo con un mazo en la cabeza. Y, aunque la mayoría afirmaba sentirse culpable al tener que hacerlo: «Sientes que está vivo, por lo que no quieres tener ningún tipo de agresividad con él» (p. 9), «Es casi como golpear a alguien» (p. 7), etc., alguno dio muestras de entusiasmo: «¡Yo estaba emocionado! Lo esperaba con ansias. Quería ser el primero en destrozarlo completamente» (p. 10).

En esta línea, algunos autores (Luria *et al.*, 2019) han propuesto la creación de robots diseñados para ser apuñalados y golpeados con el fin de ayudar a las personas a sentirse mejor. Según los autores, estos robots evitarían atacar a otras personas cuando se está enojado. Lo que no explican es cómo poder controlar esos impulsos violentos a largo plazo.

5. Discusión

Los resultados se discuten sugiriendo algunos de los mecanismos que puedan ayudar a comprender tales conductas y ofreciendo algunas recomendaciones sobre el tipo de diseño que podría ayudar a regular y alentar el cumplimiento de las normas morales en los estudiantes.

5.1. El mayor riesgo de la humanización es la deshumanización

Los estudios muestran que las personas hacen trampa en presencia de un robot, especialmente si pueden determinar sus capacidades, e incluso cometen actos violentos hacia ellos, por lo que se esperaría que encontrarán menos grave el acto de ser deshonesto o violento con un robot en comparación con un humano. Sin embargo, se ha detectado que la gente considera que maltratar a un robot es tan inmoral como abusar de un humano. A pesar de ello, el nivel de culpa cuando se comete un acto deshonesto hacia un robot es menor que cuando se comete hacia un animal o hacia un humano (Bartneck y Keijsers, 2020). La mayoría de las personas justifica este tipo de conductas por la falta de capacidades del agente para comprender lo que está haciendo y por la ausencia de sentimientos, es decir, la falta de «humanización» (Petisca *et al.*, 2022).

En el sentido estricto de la palabra, los agentes artificiales, al carecer de humanidad real no se pueden deshumanizar, pero la literatura muestra que las personas «humanizan» a los agentes automáticamente y sin intención. Precisamente, uno de los principales factores que contribuye a que los robots sean tratados como entidades sociales es su capacidad para ser percibidos como intencionales, es decir, seres con una mente. Al proyectar intenciones similares a las humanas, las personas pueden intentar anticipar el comportamiento del agente y, en consecuencia, tener cierta sensación de control sobre él. De hecho, el temor explícito de las personas por ser controlados por la tecnología correlaciona con su respuesta emocional hacia los robots (Strait *et al.*, 2018).

Sin embargo, bajo algunas circunstancias, la antropomorfización puede ser desfavorable, en particular, cuando el estado mental de un agente es ambiguo y provoca incertidumbre en cuanto a su categorización ontológica (humano versus robot) o cuando el comportamiento del agente se desvía lo suficiente como para que un modelo antropomórfico conduzca a predicciones incorrectas.

Este conflicto puede consumir recursos cognitivos y provocar reacciones emocionales negativas, incrementar la percepción de amenaza y provocar estrategias de control violentas y/u ofensivas, o despertar la curiosidad y provocar conductas desafiantes y provocativas que suelen escalar a conductas de agresión física y/o verbal (Keijsers *et al.*, 2022; Strait, *et al.*, 2018; Wiese *et al.*, 2017).

5.2. Riesgos educativos de la deshumanización

En base a estos resultados se plantean varias consideraciones importantes en lo que se refiere al diseño y al desarrollo futuro de robots antropomórficos en el ámbito educativo.

Primero, si un robot determinado está diseñado para aprender de sus interacciones con las personas, proyectar una identidad a través de características individuales y sociales antropocéntricas, puede reforzar prejuicios dañinos, tanto en los estudiantes como en los agentes con los que interactúa (Spatola *et al.*, 2019). De hecho, ya han comenzado a mostrarse las primeras evidencias empíricas sobre robots sexistas y racistas que prestan más atención al discurso de un hombre que al de una mujer o que asocian palabras como «criminal» con caras de personas negras y latinas (Darling, 2021).

Segundo, focalizar la atención sobre aspectos físicos o culturalmente conocidos para promover la empatía y facilitar la categorización social puede conducir a la deshumanización del «grupo externo», lo que reduce la empatía y aumenta la agresión contra los miembros de dicho grupo (Keijsers *et al.*, 2022; Petisca *et al.*, 2022). Algo realmente preocupante teniendo en cuenta que actualmente los niños que pertenecen a una minoría étnica tienen más probabilidades de ser acosados en la escuela (Strait *et al.*, 2018).

Tercero, en la medida en que la relación humano-robot tiende a imitar una relación maestro-esclavo, los robots pueden reforzar actitudes autoritarias e incluso crueles en los alumnos, despertando una falsa creencia de su derecho para dar órdenes o explotar a otros agentes (tanto humanos como artificiales). Los niños mimados por niñeras robot incapaces de decir «no» son un ejemplo frecuentemente citado. Estos niños tienden a encontrar atractiva la idea de intimidar a los robots; es más, las actitudes agresivas, arrogantes o las tendencias autoindulgentes podrían verse reforzadas por la incapacidad del robot para escapar o defenderse (Rajaonah y Zio, 2022).

Cuarto, los estudios demuestran que proyectar una identidad a través de características individuales y sociales antropocéntricas puede aumentar la credibilidad de los agentes robóticos. Sin embargo, reproducir ciertas características humanas, como la indisciplina, ser injusto, hacer trampas o evadir la responsabilidad moral podría generar o reforzar conductas que atentan contra la integridad académica de los estudiantes. Es importante señalar que a partir de los 5 años los niños comienzan a seleccionar las conductas que imitan en función de la identificación con el modelo y con el grupo social en general. Es más, la influencia de los factores sociales sobre el comportamiento de sobreimitación (imitación de acciones que se reconocen como irracionales) aumenta con la edad.

Quinto, el abuso hacia los robots podría causar daño emocional a otros humanos, especialmente a poblaciones socioemocionalmente vulnerables. La ciencia ha mostrado que ver cómo un robot está siendo torturado puede incrementar en el observador respuestas fisiológicas de alerta, estrés y otras emociones negativas que responden a los mismos patrones de activación neuronal que cuando se trata de un humano (Wiese *et al.*, 2017).

Y, sexto, permitir el abuso hacia estos agentes puede suponer que sea considerado como normativo y no como una forma de comportamiento antisocial, con el consecuente riesgo a la desensibilización y a la generalización de estas conductas hacia otros contextos o grupos. Se ha comprobado que la exposición a la agresión relacional cambia las creencias normativas de los estudiantes, es decir, hace que este tipo de conductas se vuelvan cada vez más aceptables, tanto individualmente como a nivel del aula. Es más, esta aceptación parece aumentar con la edad y es uno de los mayores predictores del acoso escolar (Behnk *et al.*, 2022).

5.3. ¿Qué y cuándo humanizar?

Las investigaciones muestran que centrar el diseño en las características antropomórficas externas de un robot no produce automáticamente el efecto deseado y que se necesita más que esta apariencia para garantizar interacciones sociales efectivas (Feng *et al.*, 2018; Okanda y Taniguchi, 2021; Spatola *et al.*, 2019). De la misma manera, la percepción de intencionalidad atribuida a un robot no siempre afecta positivamente ni al desempeño de la tarea (Kennedy *et al.*, 2015) ni al fomento de las interacciones sociales (Maninger y Shank, 2022; Shank y DeSanti, 2018; Wiese *et al.*, 2017), por lo que es necesario tener en cuenta muchas otras variables.

Los robots sociales están diseñados con un propósito particular en mente. Según sea la aplicabilidad en términos de dominios y tareas, se debe considerar la implementación de unas características u otras. Numerosos estudios han demostrado que el principal determinante de la confianza en los robots es su desempeño (Zonca *et al.*, 2021). Los humanos tienden a confiar en los robots siempre que no cometan errores, a pesar de que esto resulte menos humano. Es más, la presencia de fallas puede conducir al desuso del sistema robótico. En el contexto educativo, centrar el interés en las habilidades del agente que ayudan a alcanzar el objetivo de la tarea, y no tanto en las características físicas o socioculturales, puede mejorar significativamente la calidad de la interacción (Gómez-León, 2022). En esta línea, Maggi *et al.* (2021) hallaron que el estilo de interacción autoritario, frente al estilo de interacción amistoso, parecía ser el más apropiado cuando las tareas requerían altas demandas cognitivas, lo que aumentaba el cumplimiento de las tareas, así como la confianza y la aceptación de la tecnología. Además, Petisca *et al.* (2022) encontraron que una mayor expresión social no siempre equivalía a una reducción en las conductas de engaño, por lo que más importante que interactuar con un robot amigable mientras se realiza una tarea tentadora era interactuar con un robot que mostrara conciencia del comportamiento del participante.

Además, en determinados dominios, las personas no siempre prefieren lo que les recuerda al ser humano. Los robots, cuando se utilizan como guías en lugares públicos, son preferidos a los humanos porque, según los comentarios de los usuarios, el robot no juzga a las personas en función de su apariencia y trata a todos por igual. En el ámbito de la atención médica, las personas perciben que los robots tienen ventajas sobre los humanos, como una mayor perseverancia, compromiso y disponibilidad, así como una menor distracción hacia

los pacientes. De la misma manera, cuando se utilizan para fomentar el ejercicio o en programas de pérdida de peso, las personas consideran que los robots están libres de prejuicios, lo que les hace sentirse más cómodas y tener una mayor sensación de privacidad. Es más, en Japón, el 80 % de las personas mayores se sienten más cómodas compartiendo entornos de vida con robots cuidadores que con personas extranjeras (Darling, 2021; Rajanah y Zio, 2022). Por lo tanto, no parece necesario que los agentes artificiales tengan que emular con precisión el comportamiento humano. Los datos sugieren que podría ser suficiente con que solo mostraran ciertos aspectos que estuvieran más fuertemente asociados con el propósito con el que fueron creados.

5.4. Aprovechar el potencial de los robots antropomórficos: claridad y transparencia

Sin embargo, tratar a los robots como agentes con mente también puede aumentar la percepción de conexión social y fomentar conductas prosociales, como la disminución de las trampas y el aumento de la generosidad. Además, se ha demostrado que los robots pueden tener un poder persuasivo significativo sobre los humanos en el cumplimiento de las normas sociales (Gómez-León, 2022), por lo que podría aprovecharse el potencial de esta tecnología para impulsar interacciones humanas beneficiosas. El antropomorfismo aplicado ofrece un mayor conocimiento sobre la conducta moral del ser humano, lo que puede contribuir a la creación de diseños centrados en aquellas características humanas que faciliten, alienten y fortalezcan las relaciones sociales y que, al mismo tiempo, supongan el mínimo riesgo para debilitarlas.

Por otra parte, se ha comprobado que el grado de antropomorfización puede cambiar después de haber interactuado con un robot humanoide o haber visto, al menos, diferentes ejemplos de tecnología robótica (Gómez-León, 2023). Este tipo de interacciones posibilita que tanto pequeños como adultos se familiaricen con el robot, entiendan mejor cómo funciona e interactúen de una manera más coherente y éticamente deseable. Por lo tanto, aumentar la distancia conceptual entre los humanos y los robots podrían ser uno de los principales determinantes para reducir las tendencias antisociales. Facilitar la categorización de los agentes podría aportar una visión más clara y realista de sus capacidades y limitaciones y, como consecuencia, favorecer una interacción más adecuada; por lo que la creación de una nueva categoría ontológica claramente definida, junto con características de diseño que señalen, explícita e implícitamente, el propósito y la capacidad funcional del robot, podrían evitar en gran medida falsas expectativas y ayudar a reducir la incertidumbre y las conductas poco éticas.

La investigación actual aboga por una mayor transparencia y explicación sobre los principios del diseño de la robótica, lo que ayudaría a los usuarios a construir modelos mentales más precisos (Stange *et al.*, 2022). Los robots sociales están diseñados para tener un comportamiento más o menos autónomo, sin embargo, la autonomía aumenta la incertidumbre y la imprevisibilidad, por lo que la transparencia y la explicación centrada en el usuario co-

bran aún mayor importancia: qué está haciendo el robot y por qué, qué hará a continuación, cuáles son sus capacidades, intenciones y limitaciones situacionales, cuándo y por qué el robot falla al realizar acciones específicas y cómo corregir errores son aspectos esenciales. Además de este tipo de transferencia de robot a humano, la transparencia de humano a robot está siendo de creciente interés. Puesto que tanto el humano como el robot deben compartir la intención y la conciencia de la situación, el robot también debería tener información sobre el desempeño humano.

La transparencia no solo implica «qué» comunicar, sino también «cómo» comunicar para mejorar la comprensión del usuario. En este sentido se pueden utilizar diferentes interfaces: visuales, a través de metáforas y analogías; auditivas, con explicaciones que utilicen un lenguaje natural similar al humano; basadas en interacción física y háptica; multimodales, e incluso a través de robots autónomos que expliquen sus propias necesidades, intenciones y comportamientos (Stange *et al.*, 2022).

Un aspecto importante es estudiar la posibilidad de agregar información detallada sobre los roles y las responsabilidades tanto del robot como del ser humano.

6. Conclusiones

Los estudios experimentales revisados demuestran que las personas reproducen reglas y expectativas sociales propias de las relaciones humanas en su interacción con los robots sociales. El primer conjunto de estudios ilustra cómo las personas abusan de las categorías sociales humanas, aplicando estereotipos de género o discriminando étnicamente a los agentes sociales con los que se identifican. El segundo conjunto demuestra que las personas se identifican con comportamientos sociales antiéticos, como la injusticia o el engaño, aprovechando cualquier oportunidad para practicarlo siempre que la transgresión no se note demasiado.

El análisis de las interacciones humano-robot fuera de laboratorio muestra que no es suficiente centrarse en modelar un comportamiento que sea similar a las interacciones humanas exitosas, sino que también es importante estudiar otras formas desviadas de interacción, como el abuso de poder, el insulto, la degradación y la violencia.

La ética sintética muestra que, independientemente de las intenciones, los mecanismos de la cognición social suelen ser sutiles e implícitos. Las decisiones morales parecen depender demasiado a menudo de los atajos psicológicos, de las percepciones erróneas y de las tentaciones. Sin embargo, se podría aprovechar el potencial de esta tecnología para dirigir la conducta de los estudiantes hacia la práctica de los principios éticos y morales humanos. Para ello sería necesario que los usuarios tuvieran una comprensión precisa de los límites y capacidades del agente y que los diseñadores tuvieran un conocimiento profundo de los mecanismos que guían la conducta humana.

Referencias bibliográficas

- Ahmad, M. I. y Refik, R. (2022). «No chit chat!». A warning from a physical versus virtual robot invigilator: Which matters most? *Frontiers in Robotics and AI*, 9, 1-11. <https://doi.org/10.3389/frobot.2022.908013>
- Angeli, A. de y Brahmam, S. (2008). I hate you! Disinhibition with virtual partners. *Interacting with Computers*, 20(3), 302-310. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2008.02.004>
- Arroyo, A. M., Kyohei, T., Koyama, T., Takahashi, H., Rea, F., Sciutti, A., Yoshikawa, Y., Ishiguro, H. y Sandini, G. (2018). Will people morally crack under the authority of a famous wicked robot? *27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (pp. 35-42). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2018.8525744>
- Ayub, A., Hu, H., Zhou, G., Fendley, C., Ram-say, C. M., Jackson, K. L. y Wagner, A. R. (2021). If you cheat, I cheat: cheating on a collaborative task with a social robot. *30th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN)* (pp. 229-235). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RO-MAN50785.2021.9515321>
- Bartneck, C., Hoek, M. van der, Mubin, O. y Mahmud, A. A. (2007). «Daisy, Daisy, give me your answer do!»-Switching off a robot. *Proceedings of the 2nd ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 217-222). ACM. <https://doi.org/10.1145/1228716.1228746>
- Bartneck, C. y Keijsers, M. (2020). The morality of abusing a robot. Paladyn. *Journal of Behavioral Robotics*, 11(1), 271-283. <https://doi.org/10.1515/pjbr-2020-0017>
- Bartneck, C., Rosalia, C., Menges, R. y Deckers, I. (2005). Robot abuse: a limitation of the media equation. En A. De Angeli, S. Brahmam y P. Wallis (Eds.), *Abuse: the Darker Side of Human-Computer Interaction: An INTERACT 2005 Workshop* (pp. 54-57). http://www.agentabuse.org/Abuse_Workshop_WS5.pdf
- Becker, C., Prendinger, H., Ishizuka, M. y Wachsmuth, I. (2005). Evaluating affective feedback of the 3D agent max in a competitive cards game. *Affective Computing and Intelligent Interaction: First International Conference, ACII 2005, Beijing, China, October 22-24, 2005. Proceedings 1* (pp. 466-473). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11573548_60
- Behnk, S., Hao, L. y Reuben, E. (2022). Shifting normative beliefs: on why groups behave more antisocially than individuals. *European Economic Review*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2022.104116>
- Bernotat, J., Eyssel, F. y Sachse, J. (2017). Shape it-The influence of robot body shape on gender perception in robots. *Social Robotics: 9th International Conference, ICSR 2017, Tsukuba, Japan, November 22-24, 2017, Proceedings 9* (pp. 75-84). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70022-9_8
- Bleher, H. y Braun, M. (2022). Diffused responsibility: attributions of responsibility in the use of AI-driven clinical decision support systems. *AI and Ethics*, 2(4), 747-761. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00135-x>
- Brščić, D., Kidokoro, H., Suehiro, Y. y Kanda, T. (2015). Escaping from children's abuse of social robots. *10th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 59-66). ACM. <https://doi.org/10.1145/2696454.2696468>
- Cameron, D., Saille, S. de, Collins, E. C., Aitken, J. M., Cheung, H., Chua, A., Loh, E. J. y Law, J. (2020). The effect of social-cognitive recovery strategies on likability, capability and trust in social robots. *Computer in Human Behavior*, 114, 1-41. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106561>
- Darling, K. (2021). *The New Breed: How to Think About Robots*. Penguin UK.
- Darling, K., Nandy, P. y Breazeal, C. (2015). Empathic concern and the effect of stories

- in human-robot interaction. *24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (pp. 770-775). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2015.7333675>
- Esteban, P. G., Bagheri, E., Elprama, S. A., Jewell, C. I. C., Cao, H.-L., Beir, A. de, Jacobs, A. y Vanderborght, B. (2022). Should I be introvert or extrovert? A pairwise robot comparison assessing the perception of personality-based social robot behaviors. *International Journal of Social Robotics*, 14, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00715-z>
- Eyssel, F. A. y Hegel, F. (2012). (S)he's got the look: gender-stereotyping of social robots. *Journal of Applied Social Psychology*, 42(9), 2.213-2.230. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2012.00937.x>
- Eyssel, F. y Kuchenbrandt, D. (2012). Social categorization of social robots: anthropomorphism as a function of robot group membership. *The British Journal of Social Psychology*, 51(4), 724-731. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8309.2011.02082.x>
- Feng, S., Wang, X., Wang, Q., Fang, J., Wu, Y., Yi, L. y Wei, K. (2018). The uncanny valley effect in typically developing children and its absence in children with autism spectrum disorders. *PloS One*, 13(11), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206343>
- Fink, J., Mubin, O., Kaplan, F. y Dillenbourg, P. (Mayo 2012). Anthropomorphic language in online forums about Roomba, AIBO and the iPad. *IEEE Workshop on Advanced Robotics and Its Social Impacts (ARSO)* (pp. 54-59). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ARSO.2012.6213399>
- Forlizzi, J., Saensuksopa, T., Salaets, N., Shomin, M., Mericli, T. y Hoffman, G. (2016). Let's be honest: a controlled field study of ethical behavior in the presence of a robot. *Robot and Human Interactive Communication (ROMAN). 25th IEEE International Symposium on* (pp. 769-774). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2016.7745206>
- Garcia-Goo, H., Winkle, K., Williams, T. y Strait, M. K. (2022). Robots need the ability to navigate abusive interactions. *2022 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 1-9). IEEE. https://scholarworks.utrgv.edu/cs_fac/92/
- Gómez-León, M.^a I. (2022). Desarrollo de la empatía a través de la inteligencia artificial socioemocional. *Papeles del Psicólogo*, 43(3), 218-224. <https://doi.org/10.23923/pap.psi.col.2996>
- Gómez-León, M.^a I. (2023). Robots sociales y crecimiento ético en educación infantil. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 83, 41-54. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.83.2697>
- Hoffman, G., Forlizzi, J., Ayal, S., Steinfeld, A., Antanitis, J., Hochman, G., Hochendoner, E. y Finkenaur, J. (2015). Robot presence and human honesty: experimental evidence. *10th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 181-188). ACM. <https://doi.org/10.1145/2696454.2696487>
- Hsieh, T.-Y., Chaudhury, B. y Cross, E. S. (2023). Human-robot cooperation in economic games: people show strong reciprocity but conditional prosociality toward robots. *International Journal of Social Robotics*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12369-023-00981-7>
- Hundt, A., Agnew, W., Zeng, V., Kacianka, S. y Gombolay, M. (2022). Robots enact malignant stereotypes. *ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (pp. 743-756). ACM. <https://doi.org/10.1145/3531146.3533138>
- Jackson, R. B., Williams, T. y Smith, N. (2020). Exploring the role of gender in perceptions of robotic noncompliance. *Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 559-567). ACM. <https://doi.org/10.1145/3319502.3374831>
- Keijsers, M., Bartneck, C. y Eyssel, F. (2022). Pay them no mind: the influence of implicit and explicit robot mind perception on the right to be protected. *International Journal of Social Robotics*, 14, 499-514. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00799-1>

- Kennedy, J., Baxter, P. E. y Belpaeme, T. (2015). The robot who tried too hard: social behaviour of a robot tutor can negatively affect child learning. *10th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 67-74). ACM. <https://doi.org/10.1145/2696454.2696457>
- Kirby, R., Forlizzi, J. y Simmons, R. (2010). Affective social robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 58(3), 322-332. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2009.09.015>
- Litoiu, A., Ullman, D., Kim, J. y Scassellati, B. (2015). Evidence that robots trigger a cheating detector in humans. *10th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 165-172). ACM. <https://doi.org/10.1145/2696454.2696456>
- Luria, M., Zoran, A. y Forlizzi, J. (2019). Challenges of designing HCI for negative emotions. *arXiv:1908.07577*, 1-3. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1908.07577>
- Maggi, G., Dell'Aquila, E., Cucciniello, I. y Rossi, S. (2021). «Don't get distracted!»: the role of social robots' interaction style on users' cognitive performance, acceptance, and non-compliant behavior. *International Journal of Social Robotics*, 13, 2.057-2.069. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00702-4>
- Mamak, K. (2022). Should violence against robots be banned? *International Journal of Social Robotics*, 14(4), 1.057-1.066. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00852-z>
- Maninger, T. y Shank, D. B. (2022). Perceptions of violations by artificial and human actors across moral foundations. *Computers in Human Behavior Reports*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100154>
- Mirrig, N., Stollnberger, G., Miksch, M., Stadler, S., Giuliani, M. y Tscheligi, M. (2017). To Err is robot: how humans assess and act toward an erroneous social robot. *Frontiers in Robotics and AI*, 21(4), 1-15. <https://doi.org/10.3389/frobt.2017.00021>
- Mubin, O., Cappuccio, M., Alhajjar, F., Ahmad, M. I. y Shahid, S. (Diciembre 2020). Can a robot invigilator prevent cheating? *AI & Society*, 35(4), 981-989. Springer. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-00954-8>
- Nass, C. y Moon, Y. (2000). Machines and mindlessness: social responses to computers. *Journal of Social Issues*, 56(1), 81-103. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00153>
- Nomura, T., Kanda, T., Kidokoro, H., Suehiro, Y. y Yamada, S. (2016). Why do children abuse robots? *Interaction Studies: Social Behaviour and Communication in Biological and Artificial Systems*, 17(3), 348-370. <https://doi.org/10.1075/is.17.3.02nom>
- Okanda, M. y Taniguchi, K. (2021). Is a robot a boy? Japanese children's and adults' gender-attribute bias toward robots and its implications for education on gender stereotypes. *Cognitive Development*, 58, 101044. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2021.101044>
- Parreira, M. T., Gillet, S., Winkle, K. y Leite, I. (2023, March). How did we miss this? A case study on unintended biases in robot social behavior. *Companion of the 2023 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 11-20). <https://doi.org/10.1075/s12369-022-00864-3>
- Petisca, S., Leite, I., Paiva, A. y Esteves, F. (2022). Human dishonesty in the presence of a robot: the effects of situation awareness. *International Journal of Social Robotics*, 14(5), 1.211-1.222. <https://doi.org/10.1007/s12369-022-00864-3>
- Rajaonah, B. y Zio, E. (2022). Social Robotics and synthetic ethics: a methodological proposal for research. *International Journal of Social Robotics*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s12369-022-00874-1>
- Rehm, M. y Krogsgager, A. (2013). Negative affect in human robot interaction: impoliteness in unexpected encounters with robots. *Proceedings of the 22nd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN): Living Together, Enjoying Together, and Working Together with Robots!* (pp. 45-50). IEEE Computer Society Press. IEEE RO-MAN Proceedings. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2013.6628529>

- Rhee, S., Lee, S.-Y. y Jung, S.-H. (2017). Ethnic differences in bullying victimization and psychological distress: a test of an ecological model. *Journal of Adolescence*, 60, 155-160. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2017.07.013>
- Riddoch, K. A. y Cross, E. S. (2021). «Hit the robot on the head with this mallet»-Making a case for including more open questions in HRI research. *Frontiers in Robotics and AI*, 8, 1-17. <https://doi.org/10.3389/frobt.2021.603510>
- Salvini, P., Ciaravella, G., Yu, W., Ferri, G., Manzi, A., Mazzolai, B. y Dario, P. (2010). How safe are service robots in urban environments? Bullying a robot. *19th International Symposium in Robot and Human Interactive Communication* (pp. 1-7). <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2010.5654677>
- Shank, D. B. y DeSanti, A. (2018). Attributions of morality and mind to artificial intelligence after real-world moral violations. *Computers in Human Behavior*, 86, 401-411. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.014>
- Spatola, N., Anier, N., Redersdorff, S., Ferrand, L., Belletier, C., Normand, A. y Huguet, P. (2019). National stereotypes and robots' perception: the «made in» effect. *Frontiers in Robotics and AI*, 6, 1-12. <https://doi.org/10.3389/frobt.2019.00021>
- Spatola, N., Belletier, C., Normand, A., Chausse, P., Monceau, S., Augustinova, M., Barra, V., Huguet, P. y Ferrand, L. (2018). Not as bad as it seems: when the presence of a threatening humanoid robot improves human performance. *Science Robotics*, 3(21). <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5843>
- Stange, S., Hassan, T., Schröder, F., Konkol, J. y Kopp, S. (2022). Self-explaining social robots: an explainable behavior generation architecture for human-robot interaction. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5, 1-19. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.866920>
- Strait, M., Ramos, A. S., Contreras, V. y Garcia, N. (2018). Robots racialized in the likeness of marginalized social identities are subject to greater dehumanization than those racialized as white. *27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (pp. 452-457). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2018.8525610>
- Tan, X. Z., Vázquez, M., Carter, E. J., Morales, C. G. y Steinfeld, A. (2018). Inducing bystander interventions during robot abuse with social mechanisms. *13th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 169-177). ACM. <https://doi.org/10.1145/3171221.3171247>
- Veletsianos, G., Scharber, C. y Doering, A. (2008). When sex, drugs, and violence enter the classroom: conversations between adolescents and a female pedagogical agent. *Interacting with Computers*, 20(3), 292-301. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2008.02.007>
- Wiese, E., Metta, G. y Wykowska, A. (2017). Robots as intentional agents: using neuroscientific methods to make robots appear more social. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-19. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01663>
- Zonca, J., Folsø, A. y Sciutti, A. (2021). The role of reciprocity in human-robot social influence. *Iscience*, 24(12). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.103424>

María Isabel Gómez-León. Doctora en Neurociencia, con sobresaliente *cum laude* por la Universidad Complutense de Madrid (España). Ha participado en proyectos de investigación con la Universidad Complutense de Madrid y con la Universidad Politécnica de Madrid (España). Actualmente, es profesora de grado y posgrado en la Universidad Internacional de La Rioja (España), en la Universidad Nebrija (España) y en la Universidad Camilo José Cela (España); directora y profesora de posgrado en el Máster de Atención Temprana en la Universidad Francisco de Vitoria (España); y gerente de un centro de neuropsicología infantil, especializado en atención temprana.

Propuesta para la enseñanza de las ecuaciones lineales algebraicas

Alberto Sánchez Moreno (autor de contacto)

Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en
Educación Técnica (Santiago de Querétaro, México)

asanchez@ciidet.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0002-2520-1402>

Raquel Cárdenas Collazo

Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en
Educación Técnica (Santiago de Querétaro, México)

rcardenas@ciidet.edu.mx | <https://orcid.org/0009-0003-1623-0679>

Ana Karen Coronel Ruiz

Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro (México)

202eaecb.kcr@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0008-0792-1511>

Isaac Hernández Renovato

Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en
Educación Técnica (Santiago de Querétaro, México)

ihernandez@ciidet.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0002-0668-8649>

Extracto

La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas es un problema que ha estado presente en todos los niveles educativos, por tanto, la educación secundaria no es la excepción. En este contexto, las investigaciones en matemática educativa han propuesto diferentes estrategias que pretenden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta área del conocimiento; sin embargo, hasta el momento, difícilmente se podría decir que este problema se ha solucionado, particularmente en México. Esta situación motiva a seguir trabajando en esta dirección con el propósito de ayudar a que cada día más maestros (hombres y mujeres) conozcan recursos didácticos con los que puedan impartir mejores clases de matemáticas en beneficio de sus estudiantes. El presente artículo trata de coadyuvar en lo mencionado, proponiendo una secuencia didáctica para la enseñanza de las ecuaciones lineales algebraicas. La propuesta tiene como componentes fundamentales la historia de las matemáticas y la geometría.

Palabras clave: métodos y estrategias de enseñanza; teoría del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias; ecuaciones lineales algebraicas; historia de las matemáticas; aprendizaje; secuencia didáctica; geometría.

Recibido: 30-03-2023 | Aceptado: 19-10-2023 | Publicado: 07-01-2024

Cómo citar: Sánchez Moreno, A., Cárdenas Collazo, R., Coronel Ruiz, A. K. y Hernández Renovato, I. (2024). Propuesta para la enseñanza de las ecuaciones lineales algebraicas. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 187-214. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18775>

Proposal for the teaching of algebraic linear equations

Alberto Sánchez Moreno (corresponding autor)

*Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en
Educación Técnica (Santiago de Querétaro, México)*

asanchez@ciidet.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0002-2520-1402>

Raquel Cárdenas Collazo

*Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en
Educación Técnica (Santiago de Querétaro, México)*

rcardenas@ciidet.edu.mx | <https://orcid.org/0009-0003-1623-0679>

Ana Karen Coronel Ruiz

Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro (México)

202eaecb.kcr@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0008-0792-1511>

Isaac Hernández Renovato

*Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en
Educación Técnica (Santiago de Querétaro, México)*

ihernandez@ciidet.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0002-0668-8649>

Abstract

The teaching and learning of mathematics is a problem that has been present in all educational levels, therefore, secondary education is no exception. In this context, research in educational mathematics has proposed different strategies that aim to improve the teaching-learning process in this area of knowledge; however, up to now it is difficult to say that this problem has been solved, particularly in Mexico. This situation motivates us to continue working in this direction with the purpose of helping more and more teachers (men and women) to learn about didactic resources with which they can teach better mathematics classes for the benefit of their students. This present paper tries to help in this sense by mean a didactic proposal to teach the algebraic linear equation, which has as fundamental components the history of mathematics and geometry.

Keywords: teaching methods and strategies; learning theory and science teaching; algebraic linear equation; history of mathematics; learning; didactic sequence; geometry.

Received: 30-03-2023 | Accepted: 19-10-2023 | Published: 07-01-2024

Citation: Sánchez Moreno, A., Cárdenas Collazo, R., Coronel Ruiz, A. K. and Hernández Renovato, I. (2024). Proposal for the teaching of algebraic linear equations. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 187-214. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18775>



Sumario

1. Introducción
 2. Objetivo
 3. La historia y la geometría como recurso didáctico
 4. Marco teórico didáctico
 5. Propuesta didáctica aplicada a la enseñanza de las ecuaciones lineales algebraicas
 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

1. Introducción

El sistema educativo mexicano (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2017) considera que la aritmética, la geometría y el álgebra son las matemáticas que todo estudiante debe conocer y aprender al término de sus estudios de nivel básico. En México, la educación básica la comprenden los niveles denominados «primaria» y «secundaria», con una duración de seis años el primero y de tres el segundo. En todos estos años, el estudiante cursa de manera obligatoria matemáticas. El objetivo educativo es que al término de la educación primaria el estudiante haya adquirido un pensamiento aritmético adecuado que le posibilite transitar al pensamiento algebraico, que conocerá, aprenderá y ejercerá en la educación secundaria.

La razón de este interés en la educación matemática radica en que unos sólidos conocimientos algebraicos posibilitan al estudiante a cursar matemáticas avanzadas, como la geometría analítica y el cálculo diferencial e integral, que son la puerta de acceso a una formación que será de suma utilidad en la futura vida profesional del estudiante en todos los aspectos, independientemente de si elige o no una carrera que se considere íntimamente relacionada con las matemáticas, como pueden ser las distintas ingenierías.

Por otra parte, los diferentes estudios acerca de los problemas que existen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a nivel básico, primaria y secundaria (Cedillo Ávalos, 2006; García Zacarías, 2017; Gascón, 2009; Parra Buitrago, 2021), ponen en evidencia que los estudiantes de estos niveles educativos tienen dificultad para desarrollar una base sólida de conocimientos matemáticos básicos, los cuales serán indispensables para que atiendan, de manera adecuada, cursos de matemáticas de nivel medio superior y superior. La dificultad del aprendizaje de las matemáticas trae como consecuencia el alto índice de suspensos, el desinterés por su estudio y la deserción escolar, lo cual impacta en el desarrollo profesional, cultural y tecnológico de cualquier país. Por estas razones, se buscan propuestas educativas en el ámbito de la didáctica de las matemáticas que contribuyan a resolver los problemas de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina.

2. Objetivo

El presente artículo tiene por objetivo presentar una propuesta didáctica para la enseñanza de las ecuaciones lineales algebraicas con el propósito de dar una alternativa didáctica a los profesores de matemáticas de nivel básico (secundaria). La propuesta consiste en una secuencia didáctica que tiene como componentes fundamentales el aprendizaje basado en preguntas (Sánchez Moreno *et al.*, 2020), la historia y la geometría.

Para lograr este objetivo, el artículo está organizado del siguiente modo: en el epígrafe 3 se presenta una breve revisión sobre la historia y la geometría en la enseñanza de las matemáticas; en el epígrafe 4, el fundamento teórico didáctico en el que está enmarcada nuestra propuesta; en el epígrafe 5 se presenta y se ejemplifica nuestra propuesta didáctica con la enseñanza del concepto de «ecuación lineal algebraica»; y, finalmente, el epígrafe 6 se dedica a las conclusiones.

3. La historia y la geometría como recurso didáctico

El uso de la historia en la enseñanza de las matemáticas ha estado presente durante mucho tiempo (Aranda Plata, 1992; Fried *et al.*, 2009). Conocer la historia de las matemáticas permite entender los problemas y las motivaciones que dieron origen a sus conceptos, la complejidad y dificultad de los problemas que han resuelto, la ilación de ideas en la formulación de teorías y la repercusión y relevancia de dichas ideas hasta nuestros días (González, 2004), es decir, concebirlas como una ciencia que evoluciona. También es evidente que la historia de las matemáticas las sitúa en un contexto social (Ruiz, 2003) y desmitifica el conocimiento y la actividad matemática, situándolas en términos de las personas y circunstancias específicas que las generaron con sus avances, éxitos, crisis y errores. Estas características permiten considerar la historia de las matemáticas como un recurso digno de ser utilizado en la didáctica de esta área del conocimiento. La historia de las matemáticas es un elemento indispensable para mejorar la calidad de la comunicación del conocimiento matemático (González, 2004). Sin embargo, en México, es difícil encontrar en la educación básica una recomendación explícita al uso de la historia en la enseñanza de las matemáticas (SEP, 2017). Esto se puede deber a factores como una mala preparación del docente en este ámbito o a la burocracia de los sistemas escolares, que otorgan un tiempo insuficiente para cubrir las materias, lo que obliga a sacrificar la historia en aras de cubrir el temario, donde, evidentemente, no se encuentra el aspecto histórico.

La historia también nos dice que la geometría ha sido fundamental para comprender o definir conceptos matemáticos. Como ejemplos, podemos citar los números complejos o los vectores (Zea Saldarriaga, 2012). En este sentido, la geometría puede ser considerada como otro recurso didáctico en la enseñanza de los conceptos matemáticos.

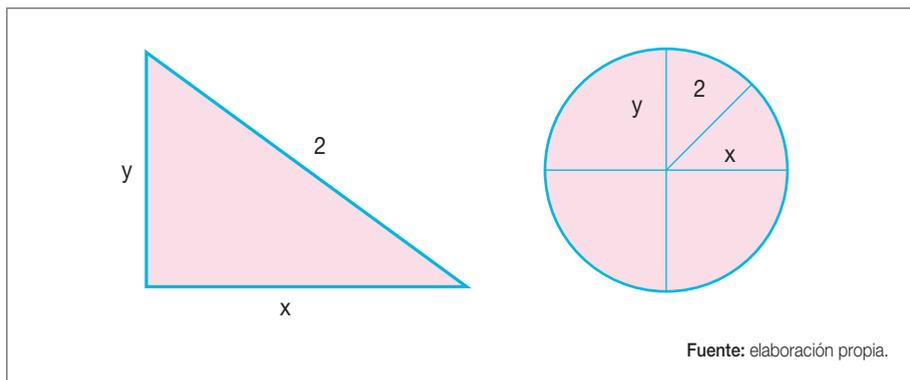
Por otra parte, la naturaleza misma evoca la geometría. La geometría es intrínseca a la naturaleza y, por esa razón, también a los seres humanos. Por tanto, el hombre siempre geometriza. Su cerebro encuentra geometría en los seres vivos, como los caracoles o los nautilus (Miramontes, 1996); en objetos celestes, como las galaxias (González Zacarías *et al.*, 2010), o en las estrellas, al visualizar constelaciones; y en los cristales (Pina, 2014), en los caparzones de tortugas o en los paneles de las abejas (Álvarez-Ríos, 2007), entre otros. En sus labores cotidianas también el hombre manifiesta su pensamiento geométrico en el arte, cuando dibuja o esculpe el mármol, o cuando construye un edificio (Garrido, 2014; Urbano Meneses, 2010).

Por tanto, dada esta característica, no ha de extrañar que sea a través de la geometría que los seres humanos también aprendan, como sucedió en el caso de la gravitación universal, que solo se entendió hasta que se concibió como la curvatura del espacio y el tiempo (Velarde, 2002).

También, la geometría ha estado siempre presente como recurso que coadyuva a comprender mejor los conceptos matemáticos. Como ejemplos podemos citar el concepto de los «números negativos», que adquiere una mayor comprensión cuando se interpretan de manera geométrica (Gallardo y Basurto, 2010), o las funciones trigonométricas seno y coseno, cuya geometría nos permiten entender origen, notación y significado (Ortega Gállegos e Izquierdo Buenrostro, 2018). Con respecto al uso de la geometría en la solución de ecuaciones algebraicas basta citar el libro titulado *Kitā al-jabr wa'lmuqābala*, que se traduce como *Libro de restauración y oposición*, escrito por el matemático árabe al-Khwārizmī en el siglo IX (Puig, 2008). En este libro, en cuyo título se encuentra el origen de la palabra «álgebra» (*al-jabr*), se describe la solución de seis tipos de ecuaciones algebraicas, cinco de ellas de segundo orden (cuadráticas), utilizando cuadrados y rectángulos (Collette, 2000).

En el ámbito de la didáctica, diferentes trabajos en enseñanza de las matemáticas ponen también en evidencia la utilidad del uso de la geometría como recurso didáctico. Esta es la razón por la que ha adquirido relevancia el uso de programas de computadora, cuyo principal objetivo es la visualización de tangentes, vectores, cónicas, poliedros regulares o cualquier tipo de curva (Angulo-Acunso *et al.*, 2017; Giandini y Salerno, 2009; Guachún Lucero y Espadero Faicán, 2021; Martín Guillén y Lezcano Rodríguez, 2021; Sánchez-Balarezo y Borja-Andrade, 2022; Zaragoza *et al.*, 2006). De esta manera, concebimos la geometría como una de las representaciones semióticas (Duval, 1992) de mayor relevancia en la didáctica de las matemáticas. Esto se confirma al observar que la mayoría de los maestros recurren frecuentemente a la geometría como una alternativa para explicar lo que desean enseñar. Por ejemplo, la expresión algebraica $x^2 + y^2 = 4$ adquiere un mayor significado si se ilustra con un triángulo o un círculo, de acuerdo con el contexto en el que se esté enseñando (véase figura 1).

Figura 1. Representaciones geométricas de la representación algebraica $x^2 + y^2 = 4$



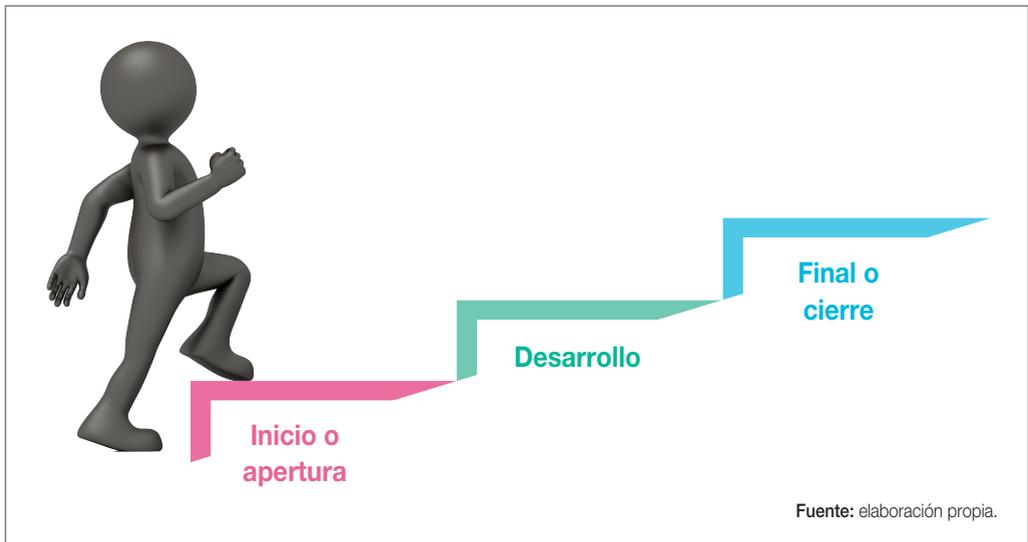
Sin embargo, al igual que ocurre con la historia, la geometría difícilmente se encuentra en el catálogo de recursos didácticos de los docentes de educación básica. Por el contrario, al ser la geometría también matemáticas, se la considera como parte del problema didáctico al que hay que hacer frente en las aulas. En el presente trabajo, tanto la historia como la geometría son consideradas en la propuesta de secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de «ecuación lineal algebraica».

Al igual que ocurre con la historia, la geometría difícilmente se encuentra en el catálogo de recursos didácticos de los docentes de educación básica. Por el contrario, al ser la geometría también matemáticas, se la considera como parte del problema didáctico al que hay que hacer frente en las aulas

4. Marco teórico didáctico

Como se ilustra en la figura 2, una secuencia de enseñanza está conformada por tres momentos: inicio o apertura, desarrollo y final o cierre (D'Hainaut, 1985), sustentada por una planeación didáctica o en una perspectiva teórica sobre el aprendizaje (Frola y Velázquez, 2016).

Figura 2. Estructura o secuencia didáctica



El objetivo de la secuencia didáctica que proponemos en este artículo es contar una guía, a través de una serie de actividades, y un planeamiento eficaz que encamine al aprendizaje

deseado. De esta manera, el maestro construirá sus propios modelos de secuencias didácticas considerando las teorías que más le convengan, lo que permitirá establecer su manera particular de enseñanza, integrándola a su práctica docente por medio de las actividades planteadas en el aula.

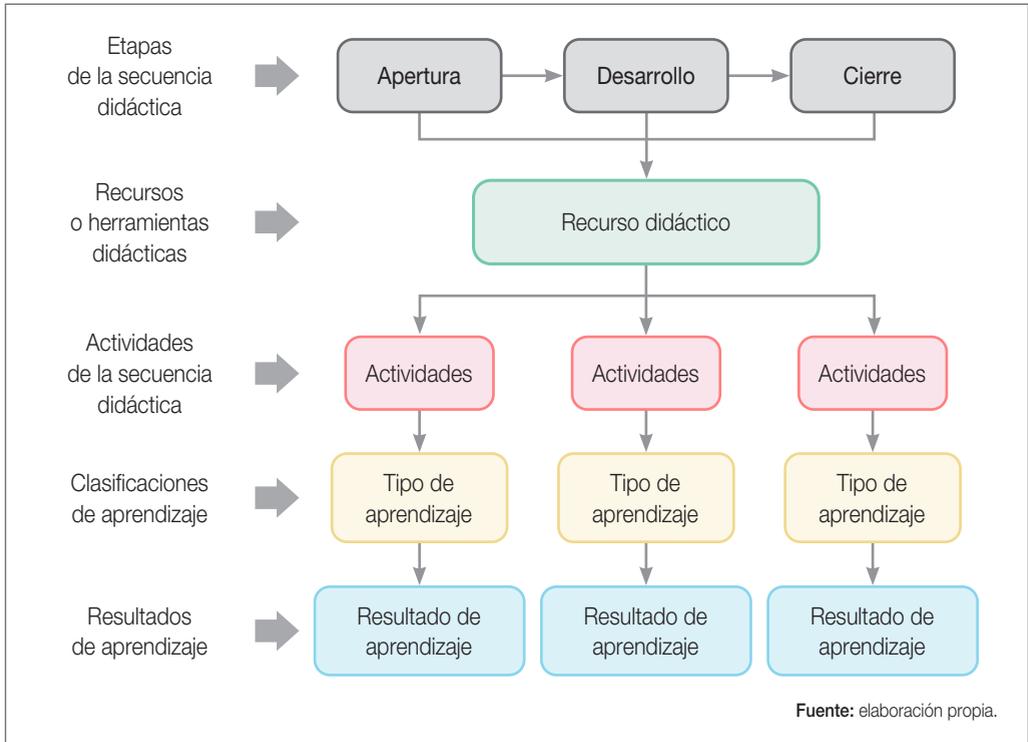
La estructura didáctica de nuestra propuesta está basada en generar una serie de procesos de aprendizaje (Pozo, 2008; Pozo Muncio y Gómez Crespo, 2009) partiendo del programa de estudios y, de esta manera, cumplir con uno de los elementos indispensables en una secuencia didáctica, que es el de conocer el programa al que pertenece la materia, la asignatura, el curso o cualquier otro nombre que el currículo establezca para el trabajo docente.

De acuerdo con Pozo, el aprendizaje se clasifica en cuatro niveles y 12 subniveles jerárquicos (Pozo, 2008) que implican un gradiente de aprendizaje. Uno de estos niveles es el aprendizaje verbal, que está constituido por tres subniveles de aprendizaje que van del asociativo al constructivo: información verbal, conceptos y cambio conceptual. El aprendizaje de información verbal corresponde a los datos y hechos que memorizamos sin que estos tengan algún significado necesariamente. Por ejemplo, se podría saber el algoritmo para calcular la raíz cuadrada de un número, pero se puede desconocer el porqué de este. En el aprendizaje de conceptos se da significado a los hechos o propiedades y estos se relacionan entre sí, incorporándolos a la estructura cognitiva. En este aprendizaje, los símbolos son relacionados con ideas abstractas, lo cual les atribuye un significado más personal. Por ejemplo, el concepto «ecuación lineal» nos permitirá identificar todas aquellas ecuaciones que cumplen con la relación $ax + b$, siendo a y b cantidades constantes y x una cantidad variable. Finalmente, el cambio conceptual involucra una reestructuración de conocimientos, es decir, una modificación de los conceptos que se tienen y los procesos mediante los que se manejan (Pozo, 1999). Para ello se integrarán los viejos conceptos con los nuevos. Por ejemplo, sabemos que «1 elefante + 2 elefantes = 3 elefantes». Este viejo conocimiento relacionado con el álgebra (nuevo conocimiento) nos permite entender la reducción de dos términos semejantes.

Por otra parte, una secuencia didáctica utiliza estrategias basadas en recursos didácticos, los cuales comprenden una serie de actividades cuyo objetivo es impactar en el aprendizaje del estudiante. La figura 3 muestra la estructura de una secuencia didáctica mediante un diagrama de flujo que involucra todos estos componentes. Esta estructura puede ser aplicada a cualquier tema de matemáticas que deseemos enseñar.

El objetivo de la secuencia didáctica que proponemos en este artículo es contar una guía, a través de una serie de actividades, y un planeamiento eficaz que encamine al aprendizaje deseado. De esta manera, el docente construirá sus propios modelos de secuencias didácticas considerando las teorías que más le convengan, lo que permitirá establecer su manera particular de enseñanza, integrándola a su práctica didáctica por medio de las actividades planteadas en el aula

Figura 3. Estructura general de la secuencia didáctica



A continuación, desarrollamos las etapas de una secuencia didáctica:

A) Apertura

Las actividades de apertura pueden tener los siguientes objetivos:

- Preparar y alertar al estudiante con respecto a qué y cómo aprender. Esto permitirá que el alumno recuerde o aprenda conceptos previos al conocimiento que se le estará impartiendo.
- Que los alumnos conozcan las circunstancias que rodean su aprendizaje y que generen expectativas adecuadas.
- Que el alumno se motive a estudiar el tema que le será enseñado.

En el caso de las matemáticas, es conveniente utilizar una estrategia didáctica que permita al estudiante recordar y, en su caso, conocer conceptos matemáticos necesarios para abordar el tema que se va a enseñar. Por ejemplo, en el caso del álgebra, dichos

conocimientos serían los números reales, las operaciones fundamentales de la aritmética y el concepto de «variable». También resulta importante una breve, pero significativa, presentación histórica acerca de cómo surgió el concepto objeto de enseñanza. Esto, además de la motivación que puede provocar en el estudiante, podría hacer evidente las dificultades o los obstáculos que se han tenido para entender este tema, los cuales, posiblemente, también estén presentes en los estudiantes que recibirán la lección. En este sentido, la etapa de apertura estaría enmarcada en la responsabilidad del docente de impartir correctamente las clases y supervisar el desarrollo adecuado de actividades como la discusión y la reflexión del tema, las tareas y las actividades asignadas y la evaluación del aprendizaje.

B) Desarrollo

La etapa de desarrollo es donde el estudiante va relacionando e interrelacionando las ideas y conceptos para lograr el aprendizaje propuesto. Por ejemplo, en esta etapa se puede hacer uso de las representaciones semióticas (Duval, 2004) y de los ejemplos ilustrativos. Cabe mencionar que, en este momento de la secuencia, el estudiante transitará por el gradiente de aprendizaje. Así, en el caso del aprendizaje verbal, se trabajará a través de las actividades que desarrollarán el docente y sus estudiantes, con las cuales se pretende que aprendan, en un primer momento, información verbal, después conceptos y, finalmente, que alcancen un cambio conceptual (Pozo, 2008; Pozo Muncio y Gómez Crespo, 2009). Esto se logrará a través de la incorporación de información a la memoria del estudiante para, posteriormente, alcanzar el aprendizaje de definiciones y el significado de diferentes símbolos, adquiriendo la comprensión de los conceptos, lo que le permitirá darles significado, comprenderlos y aplicarlos; finalmente, la atención a los ejemplos ilustrativos y la resolución de problemas les permitirá cambiar su forma de entender los conceptos, incorporándolos a su nueva forma de pensamiento.

C) Cierre

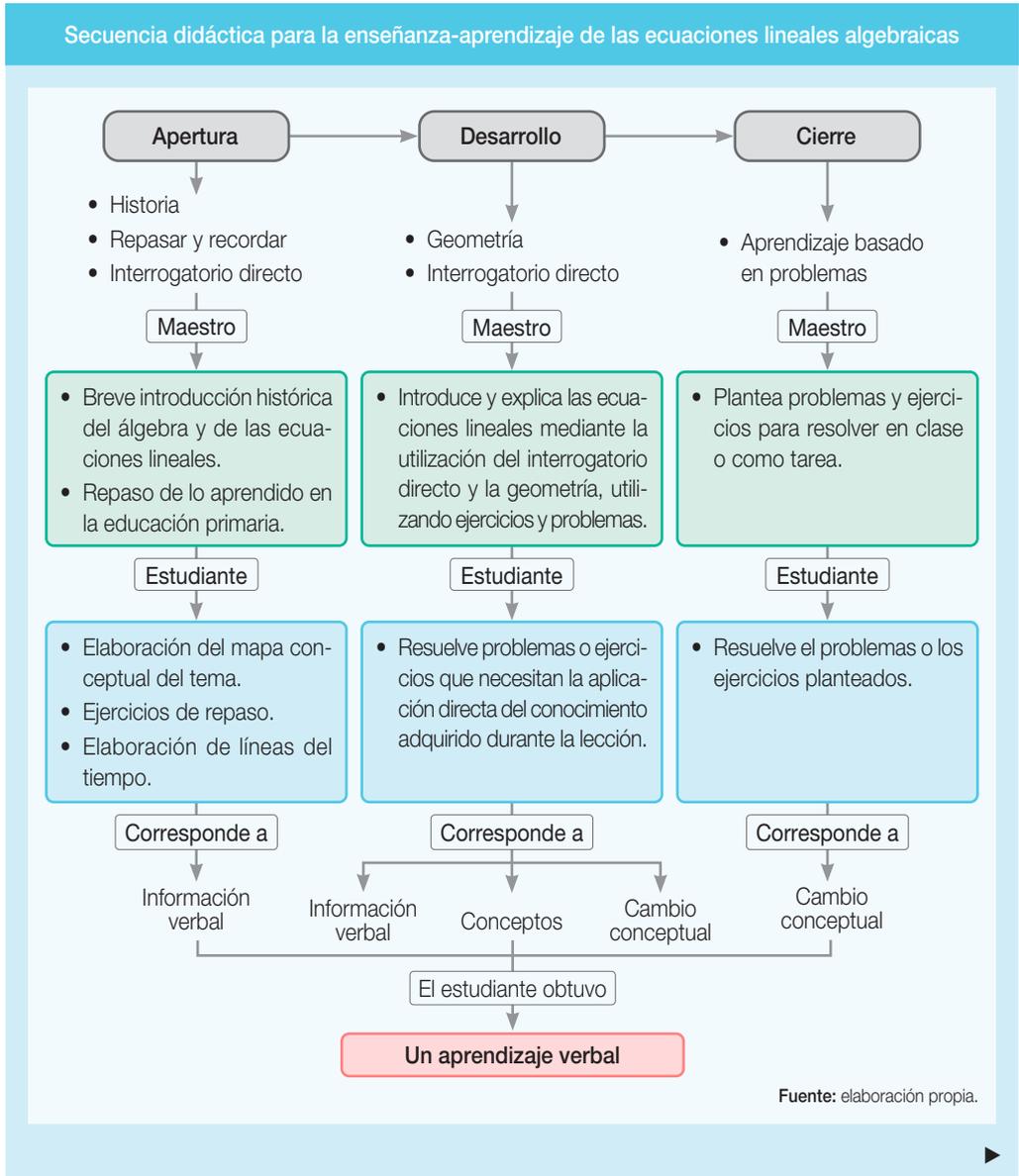
Las actividades de cierre permiten llevar a cabo una revisión final de la clase, donde se resumen las ideas principales de lo que se enseñó e incluso motivan a los estudiantes para discutir y reflexionar acerca del tema tratado.

Dichas actividades también permiten resolver problemas que conducen al estudiante a desarrollar un aprendizaje de cambio conceptual o de reestructuración de lo aprendido, ya que construirá nuevas estructuras conceptuales que le permitirán ejercitarse en la integración de sus conocimientos previos con los nuevos que ha aprendido, es decir, aprenderá a tener el control sobre sus propios procesos de aprendizaje con el fin de utilizarlos con un criterio propio. De esta manera, queremos que el estudiante reflexione sobre su propio conocimiento.

En el siguiente epígrafe ejemplificamos nuestra propuesta de estructura de enseñanza con el tema de las ecuaciones lineales algebraicas.

5. Propuesta didáctica aplicada a la enseñanza de las ecuaciones lineales algebraicas

Las ecuaciones lineales algebraicas se enseñan y se estudian en el tercer grado de la educación secundaria (SEP, 2017). En este sentido es necesario considerar como antecedentes los conocimientos adquiridos en la educación primaria.





A) Apertura

En esta etapa de la secuencia de enseñanza-aprendizaje se tendrá como objetivo que el estudiante pueda recordar, identificar o definir los conocimientos previos pertinentes al nuevo contenido que aprenderá, además de que, a través de la historia, se motive el interés por este tema. Se propone una exposición breve, pero que motive, de la historia de las ecuaciones lineales algebraicas. En el cuadro I se da un ejemplo de esta afirmación.

Cuadro I. Actividad de apertura histórica

Maestro, expresándose verbalmente

Antes de iniciar la clase déjenme platicarles una historia. La historia que les voy a contar se ubica entre los años 323 y 146 a. C. A esta época se la conoce como «helenística». Las fechas corresponden a la muerte de Alejandro III de Macedonia, más conocido como Alejandro Magno (356 a. C.-323 a. C.), y al momento en que Grecia se convierte en una provincia del Imperio romano, respectivamente. Durante este período de tiempo se llevó a cabo una recopilación de composiciones poéticas breves conocidas como «epigramas». Esta colección de epigramas dio origen a una obra literaria que lleva el nombre de *Antología palatina*. Los epigramas correspondían a problemas que tenían como propósito poner a prueba el ingenio de quien trataba de resolverlos. Entre este conjunto de enunciados se encuentra uno relacionado con episodios de la vida del matemático griego Diofanto, de quien solo se sabe que vivió en la ciudad egipcia de Alejandría alrededor del año 250 a. C., y cuyo propósito fue descubrir cuántos años vivió este personaje. Sin embargo, en la *Antología palatina*, únicamente se encuentra el enunciado de este problema y no la solución. En la actualidad, la solución a este problema es bien conocida. Esto se debe al conocimiento matemático que poseemos, con el cual podemos traducir el enunciado a una ecuación lineal algebraica, cuya solución aprenderemos en esta clase.

Otra civilización que contempló la idea de ecuaciones fueron los egipcios. Esto se conoce a través del papiro de Rhind, escrito en el año 1650 a. C. En este papiro, de aproximadamente 6 m de largo y 33 cm de ancho se encuentran 87 problemas matemáticos resueltos, que, según su autor, el escriba Ahmes, fueron copiados de un texto que data del año 2000 a. C. En este documento se encuentran problemas relacionados con la aritmética, las fracciones, el cálculo de áreas y volúmenes, las progresiones, los repartos proporcionales, la regla de tres, la trigonometría y las ecuaciones lineales. Con respecto a las ecuaciones lineales podemos encontrar ejemplos de problemas resueltos utilizando ecuaciones lineales, que, con la notación actual, podríamos escribir de la siguiente manera:

$$x + \frac{1}{a}x = b$$

Donde a y b representan números naturales.

La manera de resolver este tipo de ecuaciones era a través del ensayo y del error.

Otro referente con respecto al uso de las ecuaciones lineales algebraicas son los chinos. Entre sus logros matemáticos se encuentra un método para resolver sistemas de ecuaciones. Este método es un tanto parecido al utilizado hoy en día con un arreglo de números conocido con el nombre de «matrices». Los chinos hacían un arreglo (ordenamiento) con los factores de las ecuaciones y mediante operaciones de resta entre las columnas del arreglo lograban simplificar el sistema, de tal manera que una de las incógnitas era encontrada, lo que traía como consecuencia conocer las otras.

La historia de las ecuaciones tiene sus inicios cuando las primeras civilizaciones empezaron a desarrollar el lenguaje simbólico de la aritmética y el álgebra. Esto se entiende porque las civilizaciones primitivas solo tenían la necesidad de realizar operaciones simples que involucraban la suma, la resta y la multiplicación. Las ecuaciones empezaron a surgir cuando las grandes civilizaciones comenzaron a desarrollar la ingeniería y la astronomía y tuvieron la necesidad de realizar complicados cálculos.

Fuente: Estrada Analco (2018), Galán Vioque (2004), García Peña y García Castillo (2020), Morales Peral (2002), Puig (2006) y Trujillo Tovar y Martínez Trujillo (2010).

Otra posibilidad para esta etapa de la secuencia didáctica es dar un repaso de lo aprendido en la educación primaria, donde implícitamente se empieza a trabajar con las ecuaciones lineales algebraicas a través de ejercicios aritméticos. Esto se puede realizar de la siguiente manera: se solicita a los estudiantes determinar cierto número para que se cumpla la ecuación correspondiente, como se muestra en la figura 1 (a). En este tipo de ejercicios el espacio juega el papel de incógnita.

Figura 1. Ejercicios aritméticos que implícitamente enseñan el concepto de «variable»

a) Determine el número que hay que colocar en el cuadro para que se cumpla cada una de las operaciones.

$$5 + \square = 12$$

$$3 - \square = 1$$

$$\square \times 8 = 40$$

$$\square \div 4 = 7$$

b) Determine el valor de la letra para que se cumpla cada una de las operaciones.

$$5 + \boxed{n} = 12$$

$$3 - \boxed{z} = 1$$

$$\boxed{w} \times 8 = 40$$

$$\boxed{y} \div 4 = 7$$

Fuente: elaboración propia.

Repasando y recordando este tipo de ejercicios, implícitamente se está iniciando al estudiante en el álgebra. El siguiente paso es repetir los mismos ejercicios, pero ahora, en lugar del espacio cuadrado, colocaremos una línea. El estudiante debería ser capaz de darse cuenta de que el ejercicio es idéntico al anterior y de que solamente se ha sustituido el espacio por una letra, de donde inferirá que el valor de esa letra es el número



que previamente ha encontrado. Este aprendizaje conductista (Leiva, 2005) le hará entender que los números pueden ser representados por símbolos literales (por letras). La figura 1 (b) ilustra esta situación. Otra forma de intervención didáctica en la apertura de la secuencia de aprendizaje podría consistir en un interrogatorio directo, donde el maestro, a través de preguntas, haga evidente la conceptualización de la variable. En los cuadros II y III podemos ver dos ejemplos.

Cuadro II. Ejemplo de preguntas para comprender el concepto de «variable»

Maestro (escribiendo en la pizarra y expresándose verbalmente)	Consideremos el siguiente ejercicio de la escuela primaria: $5 + \underline{\quad} = 12$ ¿Qué número hay que poner sobre la línea para que al sumarlo a 5 nos dé como resultado 12?
Alumno (escribiendo en la pizarra)	7
Maestro (expresándose verbalmente)	Cierto, $5 + 7$ da como resultado 12.
Maestro (expresándose verbalmente y escribiendo en la pizarra)	Hagamos otro ejercicio, poniendo n en vez de la línea. ¿Qué número debe representar n para que sumándolo a 5 dé como resultado 12?
Alumno (contestando por analogía)	El valor de n debe ser 7 porque $5 + 7 = 12$.
Maestro (expresándose verbalmente)	¿Qué puede concluir de este ejercicio?
Alumno (contestando por deducción)	Que $n = 7$.
Maestro (expresándose verbalmente)	Excelente respuesta. El número 7 puede ser representado por la letra n .

Fuente: elaboración propia.

Cuadro III. Ejemplo de preguntas para comprender el concepto de «variable»

Maestro (escribiendo en la pizarra y expresándose verbalmente)	Consideremos ahora otro ejercicio: $\underline{\quad} \times 8 = 40$ ¿Qué número hay que poner sobre la línea para que al multiplicarlo por 8 nos dé 40?
--	--



Alumno (escribiendo en la pizarra)	5
Maestro (expresándose verbalmente)	Cierto, 5×8 da como resultado 40.
Maestro (expresándose verbalmente y escribiendo en la pizarra)	Procedamos como en el ejercicio anterior. Pongamos n en vez de la línea. ¿Qué número debe representar n para que multiplicado por 8 dé como resultado 40?
Alumno (contestando por analogía)	El valor de n debe ser 5 porque $5 \times 8 = 40$.
Maestro (expresándose verbalmente)	¿Qué puede concluir de este ejercicio?
Alumno (contestando por deducción)	Que $n = 5$.
Maestro (expresándose verbalmente)	Excelente respuesta. El número 5 puede ser representado por la letra n . ¿Qué puede concluir de este par de ejercicios que hemos realizado?
Alumno (contestando por reestructuración de lo aprendido)	Que la letra n puede ser 7 o 5.
Maestro (expresándose verbalmente)	Muy bien. La letra n puede representar cualquier número dependiendo de la operación donde se encuentre. En nuestro caso, primero fue una suma y después una multiplicación. Por eso la llamamos «variable».

Fuente: elaboración propia.

De esta manera, mediante interrogatorio, el maestro enseña el concepto de «variable» como número y como incógnita.

Una vez que se hayan puesto suficientes ejemplos para cumplir el objetivo de enseñanza y que el estudiante haya realizado ejercicios por su cuenta a través de tareas, estará preparado para incursionar en la etapa de desarrollo.

B) Desarrollo

En esta etapa se buscarán los aprendizajes de información verbal, de conceptos y de cambio conceptual mediante la memorización, los registros de representación semiótica y los ejemplos ilustrativos. El objetivo para esta etapa de la secuencia didáctica es que el estudiante entienda el significado de los conceptos a partir de lo que se le ha enseñado en la etapa de apertura, que organice la nueva información en diferentes



representaciones (verbal, simbólica y geométrica), que almacene la nueva información en su memoria de largo plazo y que a los conceptos aprendidos les atribuya significado, interpretándolos en el contexto de las matemáticas.

A continuación, presentamos la manera en la que proponemos que el maestro lleve a cabo la etapa de desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones algebraicas lineales.

Después de haber superado con éxito la etapa de apertura correspondería enseñar a los alumnos a razonar con incógnitas. Esto se puede llevar a cabo mediante la ejercitación de problemas verbales (Karplus, Pulos y Stage, 1981) como el siguiente:

Juan pensó en un número, le agregó 10, multiplicó el resultado por 2 y obtuvo 24. ¿Cuál es el número que pensó?

De acuerdo con Karplus *et al.* (1981), el estudiante resolverá el problema mediante un proceso de ensayo y error a partir del resultado que da el problema. Sin embargo, consideramos que este tipo de actividad puede ser significativa si se considera una traducción inmediata al registro de representación algebraico mediante la intervención docente, esto es, una vez que el alumno haya reflexionado acerca de cómo obtuvo el resultado, entonces el docente procederá a indicarle cómo se traduce este en términos de las variables. En el ejemplo mencionado la traducción sería:

$$2(x + 10) = 24$$

Equivalentemente:

$$2x + 20 = 24$$

En este punto habría que mencionarle al alumno que todas las expresiones de estas características se denominan «ecuaciones lineales algebraicas», es decir, ecuaciones donde la incógnita, en este caso x , solo aparece multiplicada por números y no por sí misma.

Finalmente, en el cuadro IV se utiliza la geometría como herramienta didáctica, también mediante interrogatorio directo (aprendizaje basado en preguntas).

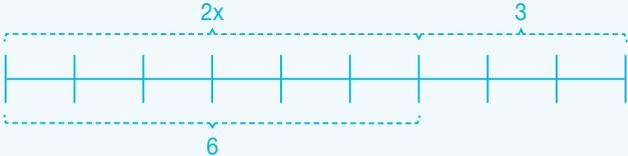
Cuadro IV. Geometría como herramienta didáctica

Maestro	Consideremos el siguiente problema: encontrar el valor de la variable x para que se cumpla la ecuación $2x + 3 = 9$. ¿Cómo llamamos a esta expresión matemática?
Alumno (dirigiéndose al maestro)	Una ecuación lineal algebraica.
Maestro (escribiendo en la pizarra)	Muy bien, ahora, consideren como unidad un segmento de recta, esto quiere decir:



<p>Maestro (escribiendo en la pizarra) (cont.)</p>	 <p>El segmento representa al número 1. ¿Cómo representaríamos el número 3?</p>
<p>Alumno (contestando por analogía y escribiendo en la pizarra)</p>	
<p>Maestro</p>	<p>Se unen tres segmentos. Esa es la representación geométrica del número 3. Ahora volvamos a nuestro problema. ¿Cómo representaríamos el número 9?</p>
<p>Alumno (dibujando y escribiendo en la pizarra)</p>	
<p>Maestro</p>	<p>Excelente. Ahora, recuerde que el símbolo = indica que lo que se encuentra a ambos lados de él tiene igual valor. Entonces, ¿cuál sería la representación geométrica de la cantidad $2x + 3$?</p>
<p>Alumno (dibujando y escribiendo en la pizarra)</p>	<p>El segmento de 9 unidades será igual a la cantidad $2x + 3$.</p> 
<p>Maestro</p>	<p>Estoy de acuerdo con usted. Como cada segmento de recta es la unidad, esta gráfica se puede poner como:</p>  <p>¿Cuántas unidades le corresponden a $2x$?</p>

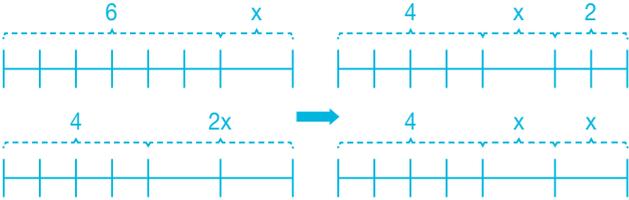


<p>Alumno (contestando por comparación y dibujando en la pizarra)</p>	<p>Le corresponderían 6 unidades.</p> 
<p>Maestro</p>	<p>Correcto: $2x = 6$. Finalmente, ¿cuál es el valor de la variable x para que al multiplicarla por 2 dé como resultado 6?</p>
<p>Alumno (contestando, teniendo en cuenta sus conocimientos previos [aritmética])</p>	<p>El valor sería 3:</p> $x = 3$
<p>Maestro</p>	<p>Excelente. La solución de la ecuación lineal $2x + 3 = 9$ es:</p> $x = 3$

El desarrollo de la clase puede continuar adelante, de manera que el estudiante realice el mayor número posible de ejercicios parecidos a este hasta que los domine. Después, el maestro planteará un caso de mayor dificultad, como el que se puede ver en el cuadro V.

Cuadro V. Diálogo maestro-alumno

<p>Maestro</p>	<p>Ahora que ya dominamos este tipo de ejercicios, intentemos resolver uno de mayor dificultad: encontrar el valor de la variable x para que se cumpla la ecuación $4 + 2x = 6 + x$. ¿Cómo llamamos a esta expresión matemática?</p>
<p>Alumno (dirigiéndose al maestro)</p>	<p>Esta es una expresión más complicada, pues la incógnita aparece en dos de los términos de la ecuación; sin embargo, observo que en ambos casos solo está multiplicada por números, por tanto, cumple con la definición vista de «ecuación lineal algebraica». ¿Estoy en lo cierto?</p>
<p>Maestro (escribiendo en la pizarra)</p>	<p>Es correcto. Es una ecuación lineal algebraica. Ahora, consideren como unidad un segmento de recta y otro segmento de longitud desconocida x. Esto quiere decir:</p>

<p>Maestro (escribiendo en la pizarra) (cont.)</p>	 <p>Estos segmentos representan el número 1 y la incógnita, respectivamente. ¿Cómo representaríamos el segmento $4 + 2x$?</p>
<p>Alumno (recordando y escribiendo en la pizarra su respuesta obtenida por analogía)</p>	
<p>Maestro</p>	<p>Se unen 4 segmentos de valor 1. Esa es la representación geométrica del número 4. Y se unen 2 segmentos de valor x. Esa es la representación geométrica de $2x$. Ahora, ¿cómo representaríamos el segmento $6 + x$?</p>
<p>Alumno (dibujando y escribiendo en la pizarra)</p>	
<p>Maestro (expresándose verbalmente y escribiendo en la pizarra)</p>	<p>Muy bien. Ahora, comparemos ambas representaciones geométricas de la siguiente forma:</p>  <p>¿Qué se puede concluir de esta comparación?</p>
<p>Alumno (dibujando y escribiendo en la pizarra)</p>	<p>Ahora veo qué segmento de x debe tener un valor de 2 unidades, es decir:</p> <p style="text-align: center;">$x = 2$</p>



Maestro

Excelente, la solución de la ecuación lineal algebraica $4 + 2x = 6 + x$ es:

$$x = 2$$

Habrà que continuar realizando más ejercicios de este tipo hasta que el estudiante domine la técnica. De esta manera, aprenderà qué es una ecuación lineal algebraica y cómo resolverla por un método geométrico. En esta etapa del desarrollo se han utilizado registros de representación verbal, simbólico y geométrico que han permitido al estudiante obtener un aprendizaje de información verbal, de conceptos y de cambio conceptual. Al incorporar a su memoria el procedimiento enseñado logrará la comprensión de la solución de una ecuación lineal algebraica, a la que le atribuirá significado, ya que, al entender los ejemplos ilustrativos, podrá construir nuevas estructuras conceptuales integrando sus conocimientos anteriores con los nuevos que se le han enseñado.

C) Cierre

La etapa de cierre de nuestra propuesta de enseñanza-aprendizaje del concepto de «ecuación lineal algebraica» tiene por objetivo el aprendizaje de cambio conceptual o la reestructuración de lo aprendido. Nuevamente, en esta etapa se recurre a los problemas y se desea que el estudiante sea capaz de aplicar significativamente el conocimiento aprendido en las etapas anteriores de la secuencia didáctica. Si el estudiante cumple con éxito este momento de la secuencia de enseñanza-aprendizaje, podemos decir que ha adquirido todos los niveles de aprendizaje que marca la taxonomía de Pozo (2008), que son:

- **Físico.** Adquirirá información sobre la estructura conceptual del tema a través de su memoria y de la cognición, que le permitirá comprender los conceptos estudiados. En este caso, el concepto de «ecuación lineal algebraica».
- **Informativo.** Adquirirá conocimiento y registrará cambios significativos en su entendimiento de «variable» y «ecuación lineal algebraica» a través de la práctica y el aprendizaje significativo, lo que reducirá su incertidumbre acerca de lo estudiado. También, utilizará su memoria para almacenar o registrar esos cambios, y, por tanto, cualquier estado presente será una huella de lo sucedido en el pasado, por lo que puede interpretarse en función de su pasado.
- **Representacional.** Utilizará la información para elaborar representaciones semióticas, estableciendo una estrategia de solución del entorno teórico al que se enfrentará para resolver los problemas que se le plantearán.

De esta manera esperamos que su aprendizaje surja de esta reorganización jerárquica. Nuestra propuesta considera que esta etapa de la secuencia de enseñanza-aprendizaje implica que el estudiante tenga control sobre sus propios procesos de aprendizaje, que es equivalente al aprendizaje significativo que tanto se anhela en la didáctica de las matemáticas, y, por tanto, lo podrá utilizar a su mejor entender y parecer, controlando y regulando sus procesos cognitivos, así como habituándose a reflexionar sobre su propio conocimiento.

Los siguientes problemas son ejemplos de la actividad de cierre.

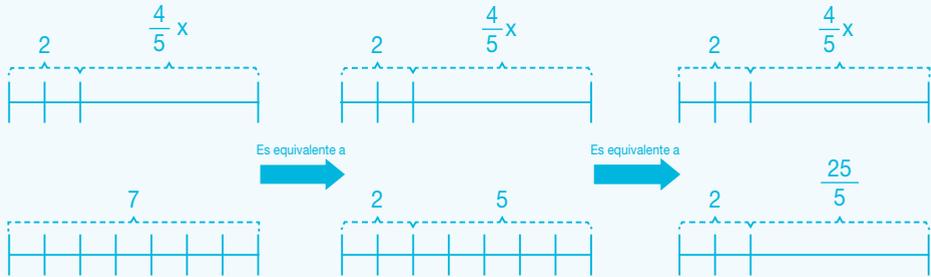
Problema 1

Las investigaciones encontraron que el alcohol diluido en agua al 60% es la fórmula más eficaz para desactivar el coronavirus (COVID-19). Si se tienen 10 litros de una mezcla de agua y alcohol, donde el 20% de la mezcla corresponde a alcohol, ¿cuántos litros de líquido se deberán extraer para obtener el porcentaje de alcohol sugerido para contrarrestar el virus?

El planteamiento para la solución de este problema llevará a la ecuación lineal algebraica:

$$2 + \frac{4x}{5} = 7$$

Donde x representa el número de litros que se van a retirar de la mezcla. La solución esperada se ilustra a continuación:



Comparando los segmentos se observa que:

$$\frac{4}{5}x = \frac{25}{5} \quad \text{Es equivalente a} \quad \frac{1}{5} \times 4x = \frac{1}{5} \times 25 \quad \text{Es equivalente a} \quad 4x = 25$$

¿Qué cantidad debemos multiplicar por 4 para obtener 25?

Respuesta: $\frac{25}{4}$

Entonces: $x = \frac{25}{4} \quad \text{Es equivalente a} \quad x = 5 \times \frac{5}{4}$

Conclusión. Se deben retirar 5 litros y $\frac{5}{4}$ de la mezcla.

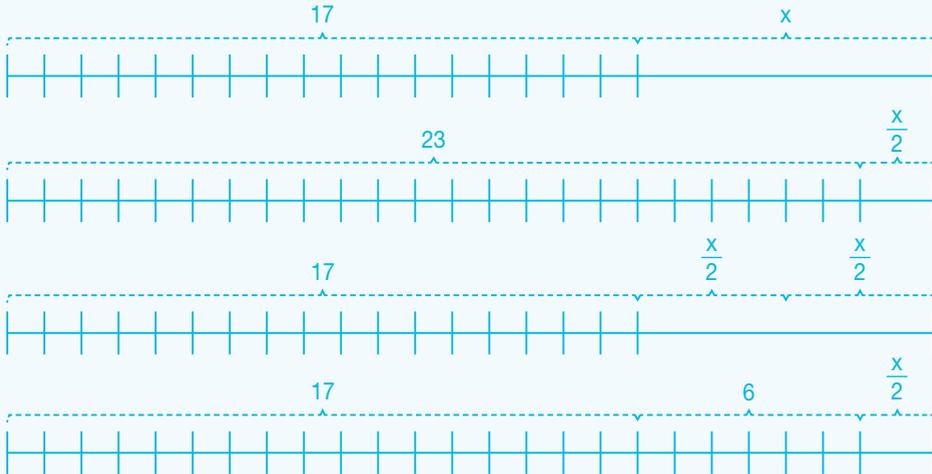
Problema 2

Juan tiene 46 años y Margarita 17. ¿Dentro de cuantos años Margarita tendrá la mitad de años que Juan? El planteamiento para la solución de este problema llevará a la ecuación lineal algebraica siguiente:



$$17 + x = 23 + \frac{x}{2}$$

Donde x representa los años que faltan para que Margarita tenga la mitad de los años que Juan. La solución esperada se ilustra a continuación:



Comparando los segmentos se observa que $\frac{x}{2} = 6$.

¿Qué cantidad debemos dividir entre 2 para obtener 6?

Respuesta: 12

Entonces: $x = 12$

Conclusión. Dentro de 12 años Margarita tendrá la mitad de años que Juan.

Problema 3

Transeúnte, esta es la tumba de Diofanto. Es él quien con esta sorprendente distribución te dice el número de años que vivió. Su niñez ocupó la sexta parte de su vida; después, durante la doceava parte, su mejilla se cubrió con el primer bozo. Pasó aún una séptima parte de su vida antes de tomar esposa y, cinco años después, tuvo un precioso niño que, una vez alcanzada la mitad de la edad de su padre, pereció de una muerte desgraciada. Su padre tuvo que sobrevivirle, llorándole, durante cuatro años. ¿De qué edad murió Diofanto? (Puig, 2006).

El planteamiento para la solución de este problema llevará a la ecuación lineal algebraica siguiente:

$$50x + 504 = 56x$$

Donde x representa la vida de Diofanto. La solución esperada se ilustra a continuación:

Comparando los segmentos se observa que $6x = 504$.

¿Qué cantidad debemos multiplicar por 6 para obtener 504? **Respuesta: 84**

Entonces: $x = 84$

Conclusión. Diofanto vivió 84 años.

Fuente: elaboración propia.

6. Conclusiones

Las matemáticas son parte del conocimiento humano, razón suficiente para aprenderlas y enseñarlas, pero, además, son muy útiles, lo que las vuelve aún mucho más importantes. En este sentido, pensamos que cualquier intento por contribuir a su proceso de enseñanza-aprendizaje será bien recibido. El trabajo aquí presentado pretende contribuir en esta dirección. Por otra parte, dado el carácter jerárquico de las matemáticas (un concepto se construye sobre otro), resulta importante atender la problemática de su didáctica desde los niveles educativos básicos, que, en el caso de México, corresponden a los niveles de primaria y secundaria. En el caso de la educación secundaria, podemos decir que el problema fundamental al que se enfrentan los estudiantes es el de superar la transición del pensamiento

Las matemáticas son parte del conocimiento humano, razón suficiente para aprenderlas y enseñarlas, pero, además, son muy útiles, lo que las vuelve todavía mucho más importantes

aritmético (adquirido en educación primaria) al pensamiento algebraico. Considerando que la historia nos indica que la geometría ha sido un recurso que ha permitido la comprensión de conceptos tanto físicos como matemáticos, en este trabajo se hace uso de esta representación matemática para la enseñanza de las ecuaciones lineales.

En este trabajo hemos presentado una propuesta didáctica para la enseñanza de las ecuaciones lineales algebraicas para la educación secundaria en México. La secuencia didáctica presentada utiliza como recursos didácticos la historia, la geometría, la enseñanza basada en preguntas (diálogo maestro-alumno) y los problemas. Mediante esta propuesta se pretende alcanzar un aprendizaje verbal, de acuerdo con la taxonomía de Pozo (2008), para lo cual cada una de las actividades propuestas para el docente y el alumno contribuyen al aprendizaje en los tres niveles: verbal, conceptual y de cambio conceptual.

Consideramos que un parte importante de esta propuesta es el uso del aprendizaje basado en preguntas, establecido como un diálogo entre el alumno y el maestro, donde el docente guía al estudiante hacia su propio aprendizaje. En este sentido, la propuesta se encuentra inmersa en el constructivismo (Araya *et al.*, 2007; Ortiz Granja, 2015) y coadyuva al tan ansiado aprendizaje significativo (Moreira, 2012, 2017). Por otra parte, la geometría se encuentra en el marco de la teoría de las representaciones semióticas (Duval, 2006), la cual nos dice que un concepto matemático no es tangible y, por tanto, solo se puede conocer a través de construcciones de sistemas de expresión y representación como son los símbolos matemáticos, las gráficas, el diagrama o los esquemas (Duval, 1999). Estas tienen como propósito la comunicación y el entendimiento de los conceptos. En este sentido, nuestra propuesta hace uso de la representación geométrica (en particular, del segmento de recta), de la representación simbólica (al expresar algebraicamente la ecuación lineal) y de la representación numérica.

Nuestra propuesta didáctica pretende contribuir al cambio conceptual del estudiante al considerar como actividad de cierre de la secuencia didáctica la solución de problemas, ya que, para llevar a cabo esta actividad, el estudiante debe aplicar significativamente su conocimiento previo –la aritmética, en el caso de las ecuaciones lineales algebraicas–, junto con el conocimiento aprendido en las etapas anteriores de la secuencia didáctica.

En el caso de la educación secundaria, podemos decir que el problema fundamental al que se enfrenta el alumnado es el de superar la transición del pensamiento aritmético (adquirido en educación primaria) al pensamiento algebraico

Consideramos que un parte importante de esta propuesta es el uso del aprendizaje basado en preguntas, establecido como un diálogo entre alumnado y profesorado, donde el docente guía al estudiante hacia su propio aprendizaje

Por otra parte, en la didáctica de las matemáticas es importante tener claro a dónde se quiere llegar en el proceso de generación de aprendizaje. En este sentido, las diferentes taxonomías constituyen una alternativa que se ha de considerar (Atonal Gutiérrez, 2020).

En este trabajo presentamos una secuencia didáctica que cumple con los subniveles jerárquicos del nivel de aprendizaje verbal de la taxonomía de Pozo (2008), dado que consideramos que esta taxonomía es la que mejor se adapta a la didáctica de las matemáticas. En este sentido, si el estudiante cumple con éxito la secuencia didáctica propuesta, alcanzará el aprendizaje significativo del concepto de «ecuaciones lineales algebraicas».

Este trabajo trató de mostrar la importancia que tiene la historia y la geometría en la enseñanza de las matemáticas, así como la necesidad de incorporar los resultados de aprendizaje en una secuencia didáctica, de tal manera que esta pueda impactar en el aprendizaje significativo de los estudiantes de matemáticas de nivel secundaria.

Referencias bibliográficas

- Álvarez-Ríos, Y. (2007). La geometría de las formas de la naturaleza. *TecnoLógicas*, 18, 103-136.
- Angulo-Acunso, K. N., Maldonado-Ibarra, G. E., Ochoa-González, F. A., Santos-Cedeño, F. H. y Reyes-Castillo, W. B. (2017). Softwares matemáticos para el aprendizaje. *Polo del Conocimiento* (Ed. núm. 14), 2(12), 102-112.
- Aranda Plata, A. (1992). Informe sobre el VII Congreso Internacional de Educación Matemática. Quebec. *Epsilon. Revista de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática «Thales»*, 24, 111-126.
- Araya, V., Alfaro, M. y Andonegui, M. (2007). Constructivismo: orígenes y perspectivas. *Laurus*, 13(2), 76-92.
- Atonal Gutiérrez, T. (2020). La aplicación de taxonomías en los procesos de aprendizaje. *Sinergias Educativas*, 5(2), 1-15.
- Caivano, J. L. (2005). Semiótica, cognición y comunicación visual: los signos básicos que construyen lo visible. *Semiótica de lo visual. Tópicos del Seminario*, 13, 113-115.
- Cedillo Ávalos, T. E. (2006). La enseñanza de las matemáticas en la escuela secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(28), 129-153.
- Cobb, P., Yackel, E. y McClain, K. (Eds.). (2000). *Symbolizing and Communicating in Mathematics Classrooms*. Laurence Erlbaum.
- Collette, J. P. (2000). *Historia de las matemáticas* (4.ª ed.). Siglo XXI.
- D'Hainaut, L. (1985). *Objetivos didácticos y programación. Análisis y construcción de currículos, programas de educación objetivos operativos y situaciones didácticas*. Oikos Tau.
- Duval, R. (1992). Gráficas y ecuaciones: la articulación de dos registros. En R. Cambrey, E. Sánchez y G. Zubieta (Eds.), *Antología en educación matemática*. Sección de Matemática Educativa. Cinvestav-IPN.
- Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Universidad del Valle.

- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103-131.
- Estrada Analco, J. M. (2018). El papiro del Rhind. *Revista de Artes y Humanidades*, 4(7), 24-33.
- Fried, M. N., Menghini, M., Furinghetti, F., Giacardi, L. y Azarello, F. (Eds.). (2009). The first century of the International Commission on Mathematical Instruction (1908-2008): reflecting and shaping the world of mathematics education. *ZDM. Mathematics Education*, 41(4), 521-524. <https://doi.org/10.1007/s11858-009-0186-4>
- Frola, P. y Velásquez, J. (2016). *Cómo elaborar un proyecto de enseñanza*. Frovel Educación.
- Galán Vioque, G. (Trad.). (2004). *Antología palatina II: la guirnalda de Filipo*. Editorial Gredos.
- Gallardo, A. y Basurto, E. (2010). La negatividad matemática: antesala histórica de los números enteros. *Relime*, 13(4), 255-268.
- García Peña, I. y García Castillo, P. (2020). *Materiales didácticos de filosofía helenística*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- García Zacarías, B. E. (2017). *Aspectos metodológicos y contextuales presentes en la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Garrido, S. (2014). Arte geométrico como fundamentos conceptual, proyectual y estético en diseño contemporáneo. *Convergencias. Revista de Invesgação e Ensino das Artes*, 7(14).
- Gascón, J. (2009). El problema de la educación matemática entre la secundaria y la universidad. *Educação Matemática Pesquisa*, 11(2), 273-302.
- Giandini, V. H. y Salerno, M. N. (2009). La geometría, los ingresantes y el software Maple. *Formación Universitaria*, 2(4), 23-30.
- González, P. (2004). La historia de las matemáticas como recurso didáctico e instrumento para enriquecer culturalmente su enseñanza. *SUMA*, 45, 17-28.
- González Zacarías, C., Palomino Ovando, M. A. y Cocolletzi, G. H. (2010). Los números de Fibonacci en la naturaleza y los sistemas nanoestructurados artificiales. *Mundo Nano*, 3(1), 15-28.
- Guachún Lucero, P. y Espadero Faicán, G. (2021). El software GeoGebra como recurso para la enseñanza de vectores: una experiencia didáctica. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura*, 16(37), 46-60.
- Karplus, R., Pulos, S. y Stage, E.K. (1981). Early adolescents reasoning with unknowns. *Proceedings of the Fifth PME Conference, Grenoble, Francia* (pp. 147-152).
- Leiva, C. (2005). Conductismo, cognitivismo y aprendizaje. *Tecnología en Marcha*, 18(1), 66-76.
- Martin Guillén, Y. y Lezcano Rodríguez, L. E. (2021). El GeoGebra en la clase de matemática de la enseñanza media desde los móviles. *Varona*, 73.
- Miramontes, P. (1996). La geometría de las formas vivas. *Ciencias*, 42, 12-19.
- Morales Peral, L. (2002). Las matemáticas en el antiguo Egipto. *Apuntes de Historia de las Matemáticas*, 1(1), 5-12.
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 25, 29-56.
- Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), 1-16.

- Ortega Gallegos, K. A. e Izquierdo Buenrostro, G. N. (2018). Algunos aspectos históricos de las funciones seno y coseno. *Mixba 'al. Revista Metropolitana de Matemáticas*, 9(1), 13-26.
- Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 19, 93-110.
- Oviedo, L. M. y Kanashiro, A. M.^a. (2012). Los registros semióticos de representación en matemáticas. *Revista Aula Universitaria*, 13, 29-36.
- Parra Buitrago, E. Y. (2021). *¿Por qué a muchos estudiantes se les dificulta aprender matemáticas, en el nivel secundaria?* (Tesis de licenciatura). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Pina, C. M. (2014). Los fundamentos de la cristalografía: una reseña histórica. *Anales de Química*, 110(4), 294-302.
- Pozo, J. I. (1999). *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*. Alianza Editorial.
- Pozo, J. I. (2008). *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje*. Alianza Editorial.
- Pozo Muncio, J. I. y Gómez Crespo, M. Á. (2009). *Aprender y enseñar ciencia* (6.^a ed.). Ediciones Morata.
- Puig, L. (2006). La resolución de problemas en la historia de las matemáticas. En J. V. Aymerich y S. Macario (Eds.), *Matemáticas para el siglo XXI* (pp. 39-57). Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Puig, L. (2008). Historias de al-Khwāzmi (2.^a entrega): los libros. *SUMA*, 59, 105-112.
- Radford, L. (2006). Introducción semiótica y educación matemática. *Relime. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9(núm. especial), 7-21.
- Rodríguez Palmero, M.^a L. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *IN. Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 29-50.
- Ruiz, A. (2003). *Historia y filosofía de las matemáticas*. Editorial Universidad Estatal.
- Ruiz-Ramírez, R., García-Cué, J. L. y Pérez-Olvera, M.^a A. (2014). Causas y consecuencias de la deserción escolar en el bachillerato: Caso Universidad Autónoma de Sinaloa. *Ra Ximhai*, 10(5), 51-74.
- Sánchez-Balarezo, R. W. y Borja-Andrade, A. M. (2022). Geogebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *Dominio de las Ciencias*, 8(2), 33-52.
- Sánchez Moreno, A., Jaimes Gómez, O. y Aguilera Terrats, J. R. (2020). La enseñanza basada en preguntas: la ley de Ampère y el término de Maxwell. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 38, 115-132. <https://doi.org/10.7203/DCES.38.15427>
- SEP. (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral: plan y programas de estudio para la educación*. <https://www.gob.mx/sep/articulos/aprendizajes-clave-para-la-educacion-integral>
- Steinbring, H. (2005). Do mathematics symbols serve to describe or construct reality? En M. H. G. Hoffmann, J. Lenhard y F. Seeger (Eds.), *Activity and Sign: Grounding Mathematics Education* (pp. 91-104). Springer.
- Trujillo Tovar, S. A. y Martínez Trujillo, O. I. (2010). *Acercamiento histórico al trabajo de Diofanto* (Tesis de licenciatura). Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.
- Urbano Meneses, R. A. (2010). Geometría en las esculturas del Parque Arqueológico de San Agustín. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 3(1), 45-66.

Velarde, A. (2002). Relatividad y el espacio-tiempo: una introducción para estudiantes de colegio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(3), 262-277.

Zaragoza, G. N., López, S. R. y Díaz, R. J. (2006). Construyendo modelos didácticos

virtuales de sólidos de revolución utilizando SolRev. *Ingeniería*, 10(3), 53-59.

Zea Saldarriaga, C. A. (2012). *La instauración histórica de la noción de vector como concepto matemático* (Tesis de maestría). Universidad del Valle, Colombia.

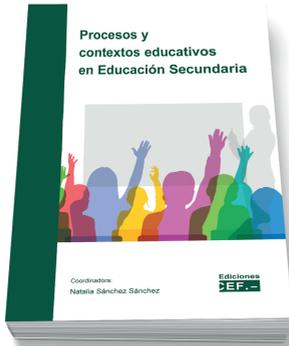
Alberto Sánchez Moreno. Físico y maestro en Ciencias (Física) por la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctor en Ciencias (Física) por Universidad Autónoma Metropolitana (México). Sus áreas de investigación son las soluciones exactas a las ecuaciones de Einstein, los modelos cosmológicos en supergravedad, geometrotermodinámica y la enseñanza de la física y las matemáticas. Ha impartido asignaturas de Física y Matemáticas a nivel medio superior, superior y posgrado. Actualmente, es profesor investigador de tiempo completo en el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (institución perteneciente al Tecnológico Nacional de México).

Raquel Cárdenas Collazo. Maestra en Docencia en Educación Superior por la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México) y especialista en Tecnologías de la Información para el Aprendizaje por el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (México). Fue jefa de proyectos de docencia, asesora de orientación educativa, coordinadora del Proyecto de Comunicación con Padres de Familia, coordinadora del Programa de Desarrollo Humano Integral y coordinadora de Orientación Educativa del Departamento de Desarrollo Académico del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (México). Actualmente, es profesora de educación superior de tiempo completo, adscrita al área de Ciencias Básicas del Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (institución perteneciente al Tecnológico Nacional de México).

Ana Karen Coronel Ruiz. Ingeniera Industrial por el Instituto Tecnológico de Querétaro (México). Especialista en Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias Básicas por el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (México). Cuenta con estudios de maestría en Intervención Pedagógica por la Universidad Pedagógica Nacional (México). Entre 2017 y 2022 fue maestra de Matemáticas a nivel de secundaria. Actualmente, es maestra de Matemáticas en la Universidad Tecnológica de Querétaro.

Isaac Hernández Renovato. Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional (México). Maestro en Docencia en Educación Superior por la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México). Maestro en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias y especialista en Tecnologías de la Información para el Aprendizaje por el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (México). Trabajó como ingeniero en sistemas de control del Departamento de Control de Procesos de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas «Las Truchas» en Michoacán (México). Actualmente, es profesor de Educación Superior de tiempo completo, adscrito al área de Ciencias Básicas, en el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (institución perteneciente al Tecnológico Nacional de México).

Contribución de autores. Idea: A. S. M., R. C. C., A. K. C. R. e I. H. R.; Revisión de literatura (estado del arte): A. S. M., R. C. C., A. K. C. R. e I. H. R.; Metodología: A. S. M., R. C. C., A. K. C. R. e I. H. R.; Discusión y conclusiones: A. S. M., R. C. C., A. K. C. R. e I. H. R.; Redacción (borrador original): A. S. M., R. C. C., A. K. C. R. e I. H. R.; Revisiones finales: A. S. M., R. C. C., A. K. C. R. e I. H. R.



Procesos y contextos educativos en Educación Secundaria

Natalia Sánchez Sánchez (Coord.)

Centro de Estudios Financieros (Madrid, España)

264 páginas – 2023 – 46 € (papel)

ISBN: 978-84-454-4577-8

Extracto

A lo largo del siguiente texto se expone un breve análisis sobre el manual *Procesos y contextos educativos en Educación Secundaria*. La lectura de sus diez capítulos acercará a todos los futuros docentes a las realidades actuales dentro y fuera de nuestras aulas de Secundaria y los preparará para el devenir de sus tareas como profesionales de la educación, conociendo de primera mano el funcionamiento del sistema educativo y de qué forma trabajar en otros planos para poder hacer frente de manera personalizada al desarrollo integral de los estudiantes. Su lectura, por tanto, se hace imprescindible para los docentes cuya responsabilidad en esta etapa educativa va mucho más allá de enseñar únicamente los contenidos curriculares, pues permite conocer la caracterización cultural de los jóvenes y entender cómo enseñar a través de ellos para llevar a cabo un exitoso proceso de enseñanza-aprendizaje en Educación Secundaria.

Palabras clave: Educación Secundaria; legislación educacional; elaboración del programa educativo; diseño universal de aprendizaje; innovación educacional; tutoría; gobernanza escolar.

Abstract

Throughout the following text, a brief analysis of the manual *Procesos y contextos educativos en Educación Secundaria* is presented. Reading these ten chapters will bring all future educators closer to current realities both inside and outside our Secondary classrooms, preparing them for the evolution of their duties as education professionals. It provides first-hand knowledge of how the educational system works and how to work on different levels to address the comprehensive development of students in a personalized manner. Therefore, its reading is essential for teachers whose responsibility in this educational stage goes far beyond teaching only the curriculum, as it allows understanding the cultural characterization of young people and how to teach through them to carry out a successful teaching-learning process in Secondary Education.

Keywords: Secondary School; educational legislation; curriculum development; universal design for learning; educational innovations; tutoring; school governance.

La educación ha experimentado significativos cambios sociales, políticos y económicos en los últimos años, producidos por el desarrollo tecnológico que ha fomentado el avance hacia lo que conocemos como la «nueva era digital». Este avance tan significativo y evidenciado en nuestro día a día ha generado profundas transformaciones en la cultura y en la forma en que los jóvenes se acercan a ella, por lo que la educación no podía quedar al margen de esta revolución mucho más significativa tanto a nivel intelectual –sobre todo en la forma de acceder a la información y generar conocimiento– como a nivel emocional –en cuanto a cómo se relacionan los estudiantes y cómo sienten–. Es en este contexto socioeducativo donde los docentes tienen que hacer frente a estos cambios. Para ello han de transformar la manera de enseñar y transmitir conocimientos –instruir en saberes teóricos, prácticos y aplicados desde el empoderamiento del estudiante como pleno protagonista de su aprendizaje–, así como potenciar la atención personalizada, desarrollando en cada uno de los alumnos habilidades sociales y emocionales que les permitan su desarrollo integral como seres humanos.

Este manual diseñado para la asignatura Procesos y Contextos Educativos es un referente para poner en práctica lo anteriormente mencionado. El estudio de sus contenidos permitirá a todos los futuros docentes acercarse a la realidad que viven sus estudiantes dentro y fuera de las aulas de Secundaria y prepararlos para el devenir de su profesión. No obstante, también es un referente para todos aquellos docentes en activo que se enfrentan al reto de lidiar con las profundas transformaciones que se establecen en el panorama socioeducativo actual, como pueden ser los aportes innovadores de la LOMLOE (Ley orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación) –situaciones de aprendizaje, perfil de salida, etc.– o la incorporación del diseño universal de aprendizaje a su docencia.

Para llevar a cabo esta formación docente, el manual que reseñamos se ha estructurado en diez capítulos que recogen los aspectos más importantes del ámbito escolar.

En el primer capítulo se concretan los temas legislativos, haciendo una breve e interesante revisión sobre la historia legislativa de la educación en España que permite contextualizar los cambios que se han ido incorporando desde 1812 hasta la actualidad.

En el segundo capítulo se aborda la Educación Secundaria desde el contexto europeo (denominándola CINE 2)¹. Además, se analiza la formación necesaria para acceder a la docencia en los diferentes países de la Unión Europea, la formación permanente que reciben los profesores, los apoyos para los docentes de nuevo ingreso, cómo es el sistema de evaluación continua, las competencias que debe adquirir el profesorado y cuáles son las condiciones laborales en cada país. En último término, se concreta cómo acceder a la función directiva.

¹ CINE (Clasificación Internacional Normalizada de la Educación).

En el tercer capítulo se definen y diferencian los currículos oficial y oculto. En la primera parte se explica qué es el «currículo oficial» y cómo se estructura y organiza en las etapas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato según la LOMLOE. En la segunda parte se profundiza en la importancia del currículo oculto para que, al ser interiorizado, cada estudiante pueda desenvolverse y desarrollarse con éxito dentro del centro educativo.

En el cuarto capítulo se trabaja la formación integral del estudiante, profundizando en tres aspectos fundamentales del ser humano: el desarrollo de la competencia emocional, las habilidades sociales y la adquisición de nociones básicas sobre la neuroeducación.

En el quinto capítulo se define qué es la «innovación educativa» y qué no lo es, partiendo de los criterios para reconocerla y emprenderla. Se significa la importancia de los espacios educativos, de las metodologías activas en auge y de los materiales educativos que están a disposición del profesorado.

En el sexto capítulo se aborda el diseño curricular. Se explican cada uno de los elementos curriculares que establece la LOMLOE y que intervienen en las programaciones didácticas. El final del capítulo se dedica al diseño universal de aprendizaje (DUA) y a tres pilares fundamentales para llevar a cabo su implementación con éxito.

El séptimo capítulo está dedicado a la atención a la diversidad en Secundaria, partiendo del principio fundamental de «normalización». Se comienza con una revisión histórica sobre su tratamiento en el sistema educativo y cómo se contempla en la legislación. Además, se definen qué son las necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE), cómo se contemplan en el plan de atención a la diversidad (PAD) y qué medidas de atención –generales, ordinarias y extraordinarias– se ponen en práctica desde los centros educativos.

En el octavo capítulo se resalta la importancia de la acción tutorial y la gran responsabilidad personal, ética y social que adquiere el docente de Educación Secundaria cuando se le asigna la tutorización de un grupo-clase. Será en el espacio de tutoría cuando el profesor tenga que aplicar en parte la «orientación educativa», siguiendo el plan de acción tutorial (PAT), y dotar a los estudiantes de estrategias y competencias para la vida que les ayuden a desenvolverse con facilidad en su día a día, logrando así su desarrollo integral como seres humanos. Por estos motivos, el tutor debe estar instruido y capacitado en los tres saberes fundamentales: saber, saber ser y saber hacer.

El noveno capítulo está dedicado a la consecución de un buen clima de convivencia dentro de los centros de Educación Secundaria, elemento indispensable para favorecer el desarrollo integral de todos los estudiantes. Es responsabilidad del centro favorecer la creación de escenarios socializadores que generen una convivencia sana y positiva, haciendo partícipe a las familias y aplicando diferentes estrategias para el control del aula mediante el empleo de medidas y normas de convivencia; e intentando erradicar la indisciplina.

plina y el comportamiento disruptivo que acrecientan la conflictividad y la violencia escolar, que son una grave amenaza para un proceso de crecimiento sano y feliz de los estudiantes dentro y fuera de las aulas.

El último capítulo cierra este manual tratando la estructura organizativa de los centros de Secundaria y cómo se puede lograr una gobernanza democrática. Dicho capítulo comienza con la descripción de los órganos de gobierno –colegiados y unipersonales/equipo directivo–, de coordinación docente –departamentos, comisión de coordinación pedagógica, tutores y junta de profesores– y de participación –asociaciones y junta de delegados de alumnos– dentro de los institutos de Educación Secundaria. Culmina con las propuestas y recomendaciones para lograr una democracia en el gobierno de los centros mediante la participación de la comunidad educativa, el diálogo entre todas las partes involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el consenso en la toma de decisiones.

Como conclusión, la lectura de este libro resulta imprescindible para los docentes, cuya responsabilidad en esta etapa educativa va mucho más allá de enseñar correctamente los contenidos curriculares. Tal y como se expresa en sus páginas, la docencia también comprende el conocimiento y la atención personal de los jóvenes, por lo que entender cómo piensan, cómo sienten, cómo se relacionan y cómo aprenden es tarea y responsabilidad de todo docente a la hora de llevar a cabo un exitoso proceso de enseñanza-aprendizaje en Educación Secundaria.

Alicia Alvarado Escudero

Doctora en Historia de América por la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla, España)

alicia.alvarado.escudero@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0003-0302-5847>

ID Alicia Alvarado Escudero. Doctora en Historia de América por la Universidad Pablo de Olavide (España). Estudios de posgrado en la Universidad Complutense de Madrid (España) con el Diploma de Estudios Avanzados (título oficial obtenido tras la evaluación de los periodos de docencia e investigación en el programa de doctorado de Sociedades Americanas: Caracteres Históricos y Antropológicos. Métodos de Análisis del Departamento de Historia de América) y Curso de Adaptación Pedagógica. Máster en Humanidades Digitales por la Universidad Internacional de La Rioja (España). Imparte docencia en másteres universitarios de educación en las Universidades Camilo José Cela (España), Antonio de Nebrija (España) y Universidad Internacional de La Rioja. Ha participado en congresos nacionales e internacionales como ponente y miembro del comité científico y organizador. Ha publicado artículos científicos tanto en revistas nacionales como internacionales.



Principales reseñas de legislación educativa publicadas en el BOE entre septiembre y diciembre de 2023

Estas reseñas pueden encontrarse en el BOE y en www.normacef.es (Legislación Administrativa)

Main reviews of education legislation published in the BOE between September and December 2023

These reviews can be found in the BOE and at www.normacef.es (Administrative Legislation)

Reseñas septiembre 2023

Cuerpos docentes universitarios.

Real Decreto 678/2023, de 18 de julio, por el que se regula la acreditación estatal para el acceso a los cuerpos docentes universitarios y el régimen de los concursos de acceso a plazas de dichos cuerpos.

(BOE de 6 de septiembre de 2023)

Reseñas octubre 2023

Planes de estudio de la Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA).

Resolución de 27 de septiembre de 2023, de la Universidad a Distancia de Madrid, por la que se publica la modificación del plan de estudios de Máster Universitario en Práctica de la Abogacía y de la Procura.

(BOE de 17 de octubre de 2023)

Universidades privadas.

Ley 10/2023, de 3 de octubre, de reconocimiento de la universidad privada CEU Fernando III.

(BOE de 21 de octubre de 2023)

Ley 11/2023, de 3 de octubre, de reconocimiento de la universidad privada Universidad Tecnológica Atlántico-Mediterráneo.

(BOE de 21 de octubre de 2023)

Universidades. Títulos académicos.

Resolución de 19 de octubre de 2023, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 17 de octubre de 2023, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Grado y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos.

(BOE de 30 de octubre de 2023)

Resolución de 19 de octubre de 2023, de la Secretaría General de Universidades, por la que

se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 17 de octubre de 2023, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Máster y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos.

(BOE de 30 de octubre de 2023)

Resolución de 19 de octubre de 2023, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 17 de octubre de 2023, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Doctor o Doctora y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos.

(BOE de 30 de octubre de 2023)

Reseñas noviembre 2023

Universidades privadas.

Decreto Legislativo 7/2023, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Reconocimiento de la Universidad «Mondragon Unibertsitatea».

(BOE de 16 de noviembre de 2023)

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

Resolución de 14 de noviembre de 2023, de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, por la que se crean las comisiones de acreditación que valoran los méritos y competencias en el procedimiento de acreditación estatal para el acceso a los cuerpos docentes universitarios.

(BOE de 22 de noviembre de 2023)

Reseñas diciembre 2023

Acceso a Máster en Psicología General Sanitaria.

Resolución de 16 de noviembre de 2023, de la Secretaría General de Universidades, por la que

se publica el Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la acreditación del cumplimiento de los requisitos establecidos en la Orden CNU/1309/2018, de 5 de diciembre, para el acceso al Máster en Psicología General Sanitaria en los títulos universitarios oficiales extranjeros de Psicología.

(BOE de 14 de diciembre de 2023)

Actividad investigadora. Evaluación.

Resolución de 5 de diciembre de 2023, de la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora, por la que se publican los criterios para la evaluación de la actividad investigadora.

(BOE de 16 de diciembre de 2023)

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Real Decreto 1014/2023, de 5 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1024/2015, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación.

(BOE de 21 de diciembre de 2023)

Títulos académicos.

Orden CNU/1364/2023, de 14 de diciembre, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 1633/2011, de 14 de noviembre, por el que se establece el régimen de equivalencias de títulos de nivel universitario impartidos en centros docentes dependientes de la Federación de Entidades Religiosas Evangélicas de España.

(BOE de 22 de diciembre de 2023)

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

Resolución de 23 de noviembre de 2023, de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, por la que se publica el Código Ético.

(BOE de 29 de diciembre de 2023)

Actos de graduación del curso 2022-2023 y entrega de los Premios Estudios Financieros 2023

Madrid

Al amparo del solemne acto de graduación de alumnos de grado y máster del curso académico 2022-2023, el Grupo Educativo CEF.- UDIMA aprovechó la ocasión para escenificar también el merecido reconocimiento a los restantes ganadores del trigésimo tercer Premio Estudios Financieros, el pasado 4 de noviembre. Así, además de rendir homenaje a los más de 460 alumnos que superaban este año sus estudios superiores, por la tarima del Palacio Municipal



Panorámica de la mesa presidencial

de IFEMA en Madrid pasaron también los galardonados en el certamen en las modalidades de Derecho Civil y Mercantil, Derecho Constitucional y Administrativo, y Educación y Nuevas Tecnologías. El resto de las modalidades del Premio se entregaron en las sedes de Barcelona y Valencia.

Semejante ejercicio de reconocimiento a nuevos y veteranos no podía dejar de contar con la procedente mesa presidencial del grupo educativo. Encabezada por sus presidentes, Arturo y Arancha de las Heras García, junto a la rectora de la UDIMA, Concha Burgos García, y

su secretario general, Eugenio Lanzadera Arencibia, estuvieron estos acompañados por el padrino de la promoción, el presidente de la Audiencia Nacional, José Ramón Navarro Miranda. También estuvo presente el presidente de honor y fundador del grupo, Roque de las Heras. La ceremonia se desarrolló bajo la batuta del director de Comunicación, Luis Miguel Belda García, y la directora de Gestión Académica, Silvia Alonso.

La primera parte del acto abordó las modalidades del Premio Estudios Financieros de Derecho Constitucional y Administrativo y de Educación y Nuevas Tecnologías. Dentro del

ámbito del Derecho Constitucional y Administrativo, la ganadora del primer premio, Lucía Casado Casado, dedicó unas palabras de agradecimiento tanto a los premios como a la figura de Roque de las Heras, y la labor de apoyo a la investigación que comenzó con esta iniciativa.



Lucía Casado Casado, primer premio en Derecho Constitucional y Administrativo

en el derecho de seguros ante ciberataques perpetrados por Estados), el investigador animó a los graduados a participar en esta actividad académica: «Especialmente para aquellos jóvenes investigadores, tener la oportunidad de participar en un certamen de este prestigio tiene un valor incalculable».



José Ignacio Baile Ayensa consiguió el galardón en Educación y Nuevas Tecnologías

Casado defendió la oportunidad que estos premios dan a los investigadores para aportar su granito de arena a la sociedad, y remarcó la compleja labor que desempeña su jurado (del que ella misma formó parte en 2021), para acreditar el respetado anonimato de los trabajos seleccionados: «Es una satisfacción enorme ver que llegamos a la edición número 33, y la número 21 en esta modalidad».

Por su parte, el ganador del primer premio en la modalidad de Derecho Civil y Mercantil, Ignacio Sánchez Gil, sumó a las anteriores sus palabras de agradecimiento a Roque de las Heras cuando tomó el atril. Tras ofrecer una breve explicación de su trabajo (enfocado



Ignacio Sánchez Gil, ganador en Derecho Civil y Mercantil

Mientras, el ganador del primer premio en la modalidad de Educación y Nuevas Tecnologías, José Ignacio Baile Ayensa, apuntó en su intervención a los trabajos no premiados, pero de igual valor, animando a sus autores a no desanimarse. Además, subrayó el respaldo claro y sencillo de los premios a la investigación, destacando su meritocracia y agilidad: «Van a los resultados, algo extraordinario en el panorama de premios a la investigación», abundó, antes de recordar que apoyar a la investigación «es hacerlo al desarrollo de la sociedad».

Esfuerzo y placer

«Me recordáis a mi frase favorita», señaló el presidente del Grupo Educativo CEF.- UDIMA, Arturo de las Heras, a graduados e investigadores: «Soy un gran creyente en la suerte; he des-



Foto de familia con José Ramón Navarro Miranda (2.º por la izq.), presidente de la Audiencia Nacional

cubierto que cuanto más duro trabajo, más suerte tengo». Así recogía el guante para sumarse al trabajo de alumnos, profesores, personal de administración y servicios, premiados y miembros del jurado del certamen. El presidente puso en valor especialmente el esfuerzo de los profesores del grupo, destacando «su segunda actividad» docente, en su afán por seguir siendo profesores tras la clases. Y recomendó a todos entrar a formar parte de la familia que es la Asociación de Antiguos Alumnos del grupo, la Alumni+ CEF.- UDIMA.

Entre sus principales integrantes está precisamente el secretario general, Eugenio Lanzadera, que centró sus palabras en dos conceptos «*a priori* antagónicos», pero que son los que se esconden tras lo que entiende por superación: «esfuerzo y placer». Según defendió, «la verdadera felicidad es la obtenida con esfuerzo»; es una garantía de progreso personal, y sin ella no hay aprendizaje.

Un aprendizaje que representan los 464 egresados y que supone un logro fruto de ese esfuerzo, y que la propia rectora de la UDIMA, Concha Burgos, celebró «no solo por su conocimiento adquirido, sino por su resiliencia y capacidad de superación» ante las adversidades. Durante su discurso, la rectora argumentó a favor del papel de la universidad como fábrica de intelectuales, esa figura que desde los tiempos de Pericles en la antigua Grecia, hasta nuestros días con Jonathan Swift, ha criticado el poder político y se ha mostrado idealista.



Posado de doctores en Derecho de la UDIMA



Perspectiva de egresados del CEF.- y la UDIMA

Adaptados, humanos, íntegros

En esa misma línea de elogio y consejo se pronunció el padrino de la promoción en el ecuador del acto. El presidente de la Audiencia Nacional, José Ramón Navarro, coincidió con la rectora en que han superado mucho más que un curso académico; han superado meses de trabajo y cargas personales y profesionales. A pesar de todo, ellos «aquí están, listos para afrontar el mundo con los conocimientos y habilidades que han ido adquiriendo». Navarro aportó a los alumnos tres claves para su vida profesional.

«Adaptabilidad», comenzó. «Será vuestra mejor aliada en un mundo en constante cambio», pues ante los prolíficos cambios de la tecnología, solo hay una certeza constante: aprender a adaptarse y estar siempre dispuesto a aprender. Conseguirlo será clave para ser siempre relevantes, resaltó Navarro. «Valorar las relaciones humanas», prosiguió, pues sin estas conexiones no podemos establecer perspectiva de mejora y cambio. Nunca desdeñar las relaciones profesionales de cualquier índole fue el segundo de sus consejos; «siempre con respeto y empatía». «Integridad como columna», anotó en tercer lugar. Y es que ser honestos, éticos y no solo conformarse con el comercio es la guía a seguir para hacer el camino hacia «el éxito sostenible». «Recuerden que la confianza, una vez perdida, es difícil de recuperar», advirtió.

Espíritu Indiana Jones



En representación de los graduados intervino Gonzalo Rodríguez

En representación de los alumnos de grado tomó en primer lugar la palabra el egresado en el Grado en Ingeniería de Organización Industrial Gonzalo Rodríguez. Desde su origen latinoamericano, Rodríguez contó su historia, imprimiendo en sus palabras la épica y la superación (lo que llamó el «espíritu de Indiana Jones»), dejando su país de origen y llegando a España para formarse con la UDIMA. «Una travesía larga, difícil y solitaria», aseguró, como la de cada uno de los graduados. «Hoy todas nuestras historias se tocan», continuó, para demostrar «que en esta aventura de la educación a distancia no estamos

solos», dijo agradeciendo con vehemencia el papel de profesores, compañeros y familias.

El capítulo se termina pero da paso a uno nuevo, y así lo entendió también la representante de los alumnos de máster, Patricia Peña Cabo. Tras superar el Máster en Asesoría de Empresas, es consciente de que toca «avanzar hacia el próximo



La representante de los alumnos de máster fue Patricia Peña Cabo

capítulo en nuestras vidas». Agradeció la labor de docentes y personal administrativo, pues facilitaron enormemente su progreso. «Sigamos con la misma determinación», abanderó. «Es un placer representar al CEF.- y la UDIMA, que muchos ya consideramos nuestra casa».

Bajó el telón de esa casa la presidenta del Grupo Educativo CEF.- UDIMA, Arancha de las Heras, quien recalcó lo especial de la celebración, tras un camino largo y de esfuerzo. «Graduados, no solo habéis adquirido conocimientos, sino que también habéis establecido lazos con compañeros y profesores», admitió, y que «no pueden terminar ahora». Por ello, además del papel de la Alumni+ CEF.- UDIMA, la presidenta enfatizó el valor de la Bolsa de Trabajo y Emprendedores del grupo, donde los egresados podrán encontrar «magníficos profesionales, muchos antiguos alumnos como vosotros». «Espero que esta celebración sea un hasta pronto y podamos vernos de nuevo. ¡Enhorabuena!».

Redacción CEF.- UDIMA Media

Barcelona

El acto de clausura del curso académico 2022-2023 en el Grupo Educativo CEF.- UDIMA se solapa felizmente con la entrega de las becas de graduación para los alumnos que superaron en su día sus estudios. Ocurrió el día 11 de octubre en Barcelona, donde también se procedió a la entrega de los galardones del Premio Estudios Financieros en las modalidades de Contabilidad y de Derecho del Trabajo y Seguridad Social.



Miguel Ángel Purcalla Bonilla,
jurado en Derecho del Trabajo
y Seguridad Social

La bienvenida a los alumnos y premiados corrió a cargo de Javier García Ortells, director del CEF.- y la UDIMA en la Ciudad Condal, a quien siguió la intervención de Miguel Ángel Purcalla Bonilla, presidente del jurado del Premio Estudios Financieros 2023 en la modalidad de Derecho del Trabajo y Seguridad Social.

Tras su alocución, se procedió a su entrega a los investigadores distinguidos en esta ocasión en la modalidad de Derecho del Trabajo y Seguridad Social, Arturo Montesdeoca Suárez, con el primer premio, y José María Miranda Boto y Elisabeth Brameshuber, con el accésit; y de Contabilidad, cuyo primer premio lograron



Emilio Álvarez Pérez, padrino de la
promoción y jurado en Contabilidad

Arturo Montesdeoca Suárez, con el primer premio, y José María Miranda Boto y Elisabeth Brameshuber, con el accésit; y de Contabilidad, cuyo primer premio lograron

Isidoro Guzmán Raja y Manuela Guzmán Raja, y María Cristina Abad Navarro, Francisco Bravo Urquiza y Nuria Reguera Alvarado, acreedores del accésit.



Arturo Montesdeoca Suárez, con su diploma de primer premio, junto a Javier García Ortells, director de CEF.- UDIMA en Barcelona



Manuela e Isidoro Guzmán Raja recibieron el primer premio en Contabilidad

A continuación tuvo lugar el discurso de Rosa Milán Hernández, en nombre del claustro de profesores del Grupo Educativo CEF.- UDIMA, y la esperada imposición de becas a los alumnos egresados de grados y másteres. Tamara Peyretó Cuéllar, alumna del Máster en Dirección y Gestión de Recursos Humanos, intervino en representación del alumnado.



Rosa Milán Hernández intervino en representación del claustro de profesores

Posteriormente, se procedió al reconocimiento a los alumnos de oposiciones que han aprobado sus respectivos procesos selectivos, en representación de los cuales habló Roger Solanellas Griso, alumno-opositor de Técnicos de Hacienda.

Camino del cierre del acto, tomó la palabra Emilio Álvarez Pérez, presidente del jurado del Premio Estudios Financieros 2023 en la modalidad de Contabilidad, y padrino de esta promoción 2022-2023, a quien siguió, para la clausura del acto, Aránzazu de las Heras García, presidenta del Grupo Educativo CEF.- UDIMA.



Tamara Peyretó Cuéllar habló en nombre del alumnado

Valencia

La sede del Grupo Educativo CEF.- UDIMA en Valencia ha acogido el acto de graduación del último curso el día 28 de septiembre, tanto en la escuela de negocios como en la universidad, así como la entrega de los Premios Estudios Financieros en las modalidades de Tributación y de Recursos Humanos.

Bajo la dirección de Elena Albarrán García, jefa de estudios del área de cursos y másteres en CEF.- UDIMA Va-



Carlos Clemente Collado representó al claustro de profesores

lencia, el evento reunió a los estudiantes que residen en esta comunidad autónoma, y a todos aquellos de cualquier parte de España que decidieron en su día recibir su beca y merecido homenaje en la capital del Turia.

En primer lugar, tuvo lugar el solemne acto de entrega de los Premios Estudios Financieros, que contó con la intervención de José María Peiró Silla, catedrático de Psicología Social de la Universidad de Valencia y presidente del jurado de los Premios que se conceden en Recursos Humanos, y, en el sentido protocolario, presidente, esta vez, de ambos premios, incluido el de Tributación.



Luis M. Salas García-Neble ganó en la modalidad de Tributación

Toda vez que fueron entregado los premios, se procedió a celebrar el solemne acto de graduación, que arrancó con la bienvenida a los alumnos egresados a cargo de José Pedro Valero Tolosa, director de CEF.- UDIMA en Valencia.

Continuó el acto con el discurso de Carlos Clemente Collado, profesor del CEF.- y la UDIMA, y socio de auditoría en PwC, en representación de todo el claustro de profesores, tras lo cual se procedió a la imposición de becas a los alumnos egresados de grados y másteres.



José María Peiró Silla, jurado en Recursos Humanos



Carlos María Alcover de la Hera, primer premio de Recursos Humanos

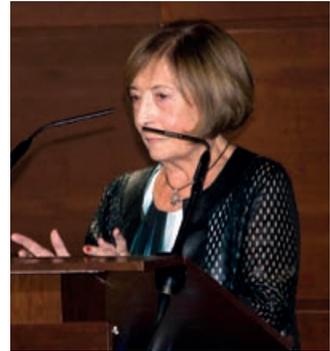
En representación de los estudiantes de grado y máster tomó la palabra Cristina Ordiñaga Donderis, alumna del Máster en Tributación/Asesoría Fiscal. A continuación, tuvo lugar un reconocimiento a los alumnos que han aprobado los procesos selectivos a los distintos cuerpos de la Administración General del Estado, en representación de los cuales habló Álvaro Rodríguez Baeza, alumno de Técnicos de Hacienda.



Cristina Ordiñaga Donderis representó a los alumnos



Álvaro Rodríguez Baeza habló en nombre de los opositores



María Teresa Soler Roch fue la madrina de la promoción

A *posteriori*, intervino María Teresa Soler Roch, madrina de la promoción y catedrática emérita de la Universidad de Alicante, y procedió a la clausura formal del acto Arturo de las Heras García, presidente del Grupo Educativo CEF.- UDIMA.



Foto de familia de los premiados con los integrantes de la mesa presidencial

Vigo

La escuela de negocios del Centro de Iniciativas Profesionales (CIP), asociada con el CEF.- Centro de Estudios Financieros y la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, celebró el pasado 22 de septiembre la solemne clausura anual del curso académico 2022-2023, así como la entrega anual de diplomas de másteres, en el Círculo de Empresarios de Galicia.

A la ceremonia se sumaron los alumnos del resto de titulaciones de grado y máster que han completado sus estudios *online* a través de la UDIMA.

En esta entrega de diplomas de CIP-CEF-UDIMA, a la que asistió el presidente fundador del Grupo Educativo CEF.- UDIMA, Roque de las Heras, se conmemoró el 30.º aniversario del Máster en Tributación/Aseesoría Fiscal.

Al acto acudieron, además, el presidente de la Confederación de Empresarios de Pontevedra, Jorge Cebreiros; el presidente del Grupo CIP, Pedro Rey, y representantes del Concello de Vigo.



Mesa presidencial del acto

El CIP presentó hace más de tres décadas una oferta educativa especializada, convirtiéndose en el transcurso de estos años en una de las más prestigiosas escuelas de pos-



Jorge Cebreiros, presidente de los Empresarios de Pontevedra



Todos los egresados recibieron la felicitación personal de todos los miembros de la mesa presidencial

grado del norte de España, tanto por la variedad de su oferta formativa como por el número de alumnos, posicionándose entre las más prestigiosas de España.



Roque de las Heras acompañado de los recién titulados del CEF.- y la UDIMA

Redacción CEF.- UDIMA Media



PREMIO
ESTUDIOS
FINANCIEROS

2024

CEF.-

Modalidades

El CEF.- Centro de Estudios Financieros convoca, con carácter nacional, el Premio Estudios Financieros.

La 34.ª edición para las modalidades de:

- **Tributación**
- **Contabilidad y Sostenibilidad**
- **Derecho del Trabajo y Seguridad Social**

La 30.ª edición para la modalidad de:

- **Recursos Humanos**

La 21.ª edición para las modalidades de:

- **Derecho Civil y Mercantil**
- **Derecho Constitucional y Administrativo**

La 10.ª edición para la modalidad de:

- **Educación y Nuevas Tecnologías**

El objeto de la convocatoria es el reconocimiento y estímulo de la labor creadora y de investigación en las distintas modalidades del Premio Estudios Financieros, para lo que se valorará el carácter práctico de los trabajos presentados.

CEF.-

Dotaciones económicas

Para cada una de las siete modalidades se establece un primer premio y los accésits que los respectivos jurados consideren merecedores de reconocimiento.

- Primer premio: 9.000 euros.
- Accésits: 900 euros.

CEF.-

Lugar y plazo

Los trabajos se presentarán en la secretaría del CEF.- de Madrid: a la atención de Begoña Cob Montes, paseo del General Martínez Campos, 5. 28010, Madrid.

También pueden enviarse por correo certificado o mensajería a la misma dirección.

El plazo finaliza el día **3 de mayo de 2024**, a las **20:00 horas**.

CEF.-

Información sobre las bases

<https://www.cef.es/es/bases-premio>

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 - Empresa y Tecnología - 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 DOCTORADOS

(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 - Educación Inclusiva y Personalizada - Educación y Recursos Digitales - Formación del Profesorado de Educación Secundaria - Gestión Sanitaria - Psicología General Sanitaria - Psicopedagogía - Tecnología Educativa

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Asesoramiento Financiero y Bancario - Auditoría de Cuentas - Dirección Comercial y Marketing - Dirección de Empresas Hoteleras - Dirección de Negocios Internacionales - Dirección Económico-Financiera - Dirección y Administración de Empresas (MBA) - Dirección y Gestión Contable - Marketing Digital y Redes Sociales

Facultad de Ciencias Jurídicas

Análisis e Investigación Criminal - Asesoría Fiscal - Asesoría Jurídica de Empresas - Asesoría Jurídico-Laboral - Dirección y Gestión de Recursos Humanos - Gestión Integrada de Prevención, Calidad y Medio Ambiente - Interuniversitario en Estudios Avanzados de Derecho Financiero y Tributario - Práctica de la Abogacía y la Procura - Prevención de Riesgos Laborales

Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades

Enseñanza Bilingüe - Enseñanza del Español como Lengua Extranjera - Interuniversitario en Unión Europea y China - Mercado del Arte - Seguridad, Defensa y Geoestrategia



Si necesitas volar,
SOMOS TUS ALAS
Contigo, somos uno.