



AIESAD

Ried

**Revista Iberoamericana de
Educación a Distancia**

La Revista Iberoamericana de la Educación Digital

VOL. 25 N° 2 JULIO, 2022
ISSN: 1138-2783



RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia
La Revista Iberoamericana de la Educación Digital

Depósito legal: M- 36.279-1997

ISSN: 1138-2783 / E-ISSN: 1390-3306

2º semestre, julio, 2022

RIED

Esta publicación de periodicidad semestral está dirigida a los estudiosos e investigadores del ámbito educativo, docentes universitarios y público interesado en su objeto de estudio. La RIED centra su atención en la difusión de ensayos, trabajos de carácter científico y experiencias innovadoras dentro del ámbito de la educación a distancia en cualesquiera de sus formulaciones y de las tecnologías aplicadas a la educación.

La RIED se gestiona íntegramente a través del Open Journal System (OJS), tanto para la edición como para la relación con los autores y revisores, así como para la difusión electrónica en abierto.

La RIED, además de su formato impreso, se publica en formato electrónico en dos sedes: OJS en UNED de España: <http://revistas.uned.es/index.php/ried>

INTERCAMBIOS y SUSCRIPCIONES:

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia.

UTPL – SAN CAYETANO ALTO, s/n

Loja (Ecuador)

ried@utpl.edu.ec

Consejo Directivo de AIESAD (Asesor en RIED)

- **Presidente:** Jaime Leal Afanador, Rector Magfco. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
- **Directora Ejecutiva:** Constanza Abadía García, Vicerrectora. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Colombia.
- **Vicepresidente Primero:** Ricardo Mairal Usón, Rector Magfco. Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED. España
- **Vicepresidente Segundo:** Rodrigo Arias Camacho, Rector Magfco. Universidad Estatal a Distancia UNED. Costa Rica
- **Vicepresidente Tercero:** Santiago Acosta Aide, Rector Magfco. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador
- **Vicepresidente Cuarto:** Francisco Cervantes Pérez, Rector Magfco. Universidad Internacional de La Rioja – UNIR. México.
- **Vocales:**
 - Alfredo Alonso, Rector Magfco. Universidad Nacional de Quilmes UNQ. Argentina
 - Carla Padrel de Oliveira, Rectora Magfca. Universidad Aberta UAB. Portugal
 - Ángel Hernández, Rector Magfco. Universidad Abierta para Adultos UAPA. República Dominicana
 - Fray José Gabriel Mesa Angulo, Rector Magfco. Universidad Santo Tomás – USTA. Colombia.
- **Secretaría permanente y Tesorería:** Laura Alba Juez, Vicerrectora de Internacionalización. Universidad Nacional de Educación a Distancia – UNED. España.

Director/Editor (Director/Editor-in-Chief)

- Dr. Lorenzo García Aretio, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España

Consejo Editorial (Editorial Board)

- Dr. Jordi Adell Segura. Universidad Jaime I (España).

- Dr. José Ignacio Aguaded Gómez. Universidad de Huelva (España). Editor “Comunicar”
- Dra. Luisa Aires. Universidade Aberta (Portugal).
- Dr. Terry Anderson. Athabasca University (Canadá). Editor Emeritus IRRODL.
- Dr. Manuel Area Moreira. Universidad de La Laguna (España).
- Dra. Elena Barberá Gregori. UOC (España).
- Dr. Antonio Bartolomé Pina. Universidad de Barcelona (España).
- Dr. Julio Cabero Almenara. Universidad de Sevilla (España). Editor Pixelbit.
- Dra. Isabel Cantón Mayo. Universidad de León (España).
- Dra. Linda Castañeda. Universidad de Murcia (España).
- Dr. Manuel Castro Gil. UNED (España).
- Dr. Francisco Cervantes Pérez. UNIR (México). Rector.
- Dra. M. Elena Chan Núñez. Universidad de Guadalajara (México).
- Dr. Cristóbal Cobo. University of Oxford (R. Unido). The World Bank.
- Dra Grainne Conole. e4innovation (R.Unido).
- Dra. Laura Czerniewicz. University of Cape Town (Sudáfrica). CILT.
- Dr. Carlos Delgado Kloos. Univ. Carlos III (España). Cátedra UNESCO Educación Digital.
- Dra. Frida Díaz Barriga. UNAM (México).
- Dra. M. Esther del Moral Pérez. Universidad de Oviedo (España).
- Dr. Pierre Dillenbourg. EPFL (Suiza). Coordinator CHILI Lab.
- Dr. Josep M. Duart. UOC (España). Editor ETHE Journal. EDEN Vice-President.
- Dr. Rubén Edel Navarro. Universidad Veracruzana (México).
- Dra. María Jesús Gallego-Arrufat. Universidad de Granada (España).

- Dr. Francisco J. García Peñalvo. Universidad de Salamanca (España). Editor EKS.
- Dra. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso. Universidad de Salamanca (España).
- Dra. Mercè Gisbert Cervera. Universitat Rovira i Virgili (España).
- Dra. Carina Soledad González González. Universidad de La Laguna (España).
- Dra. Mercedes González Sanmamed. Universidad de A Coruña (España).
- Dr. Jaime Leal Afanador. UNAD (Colombia). Presidente AIESAD.
- Dra. M. del Carmen Llorente-Cejudo. Universidad de Sevilla (España).
- Dr. Ricardo Mairal Usón. UNED (España). EADTU President.
- Dr. Carlos Marcelo García. Universidad de Sevilla (España).
- Dr. João Mattar. Pontificia Universidad Católica de São Paulo (Brasil).
- Prof. Rory McGreal, Athabasca University Editor de RRODL (Canadá). UNESCO Chair in OER.
- Dr. Daniel Mill. Universidade Federal de São Carlos (Brasil). Grupo Horizonte.
- Dr. António MoreiraTeixeira. Universidades Aberta (Portugal). EDEN Ex-President.
- Dra. Lina Morgado. Universidade Aberta (Portugal).
- Dr. Jaime Muñoz Arteaga. Universidad Autónoma Aguascalientes (México).
- Dra. Sara Osuna-Acedo. UNED (España).
- Dra. Adolfinia Pérez Garcías. Universitat de les Illes Balears (España).
- Dra. Mar Pérez-Sanagustín. Univ. Paul Sabatier (Francia).
- Dra. Teresa Pessoa. Universidad de Coimbra (Portugal).
- Dra. M. Paz Prendes Espinosa. Universidad de Murcia (España).
- Dr. Claudio Rama. IESAL/UNESCO (Venezuela).
- Dra. M. Soledad Ramírez Montoya. Tecnológico de Monterrey (México). Cátedra UNESCO Movimiento Educativo Abierto para América Latina.
- Dra. Rosabel Roig. Universidad de Alicante (España). Editora NAER.
- Dr. Jesús Salinas Ibáñez. Universidad Islas Baleares (España). Editor EDUTEC.
- Dra. Ángeles Sánchez-Elvira. UNED (España) Cátedra UNESCO EaD.
- Dra. Juana Sancho Gil. Universitat de Barcelona (España).
- Dr. Albert Sangrà. UOC (España). Cátedra UNESCO E-learning.
- Dr. Alan W. Tait. The OU (R.Unido). EDEN Ex-President. Ex-Editor Open Learning.
- Dr. Hernán Thomas. Universidad Nacional de Quilmes (Argentina).
- Dr. Javier Tourón Figueroa. UNIR (España).
- Dr. Martin James Weller. The OU (R. Unido). Director OER Hub. Editor JIME.
- Dr. Miguel Zapata Ros. Universidad de Murcia (España). Editor RED.

Editores Asociados (Associated Editors)

- Dra. María Josefa Rubio, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador
- Dra. Elena Bárcena Madera, UNED, España
- Dr. Santiago Mengual-Andrés, Universidad de Valencia
- Dr. Salvador Montaner Villalba, Departamento de Lingüística Aplicada Universitat Politècnica de València, España
- Dr. António Moreira Teixeira, Universidade Aberta, Portugal
- Dra. Carla Netto, Centro Universitário Newton Paiva - PUCRS, Brasil
- Lic. Iliana Ramírez Asanza, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador
- Dra. María Soledad Ramírez Montoya, Tecnológico de Monterrey, México
- Dr. José Manuel Sáez López, Profesor Facultad de Educación UNED, España
- Dra. Carolina Schmitt Nunes, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Secretaría Técnica (Technical Secretariat)

- Ing. José Luis García Boyé, AIESAD, España

Consejo de Redacción (Editing Board)

- Dra. Elena Bárcena Madera, UNED, España
- Dra. Carolina Schmitt Nunes, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
- Dr. Salvador Montaner Villalba, Departamento de Lingüística Aplicada Universitat Politècnica de València, España
- Dra. Ruth Marlene Aguilar Feijoo, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador
- Dra. María Luz Cacheiro González, UNED, España
- Dra. Victoria Khraiche, Universidad Complutense de Madrid, España
- Prof. Juan José Magaña Redondo, UNED, España
- Dr. Nicolás Montalbán Martínez, Centro Universitario de la Defensa de San Javier, España
- Dra. María Gracia Moreno Celeguin, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España
- Dra. Carla Netto, Centro Universitário Newton Paiva - PUCRS, Brasil
- Dra. Verónica Patricia Sánchez Burneo, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador
- Dra. Beatriz Sedano Cuevas, Universidad Nacional de Educación a Distancia (Doctora Programa TIC-ETL), España
- Dra. Mónica Vilhelm, UNED, España

Apoyo Técnico (Technical Assistance)

- Alexis Moreno-Pulido, Responsable de Biblioteca (UNED)

Soporte OJS y Publicación digital

- Servicio Publicación y Difusión Digital - BIBLIOTECA, UNED

LA REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (RIED) SE ENCUENTRA INDIZADA ACTUALMENTE EN LAS SIGUIENTES BASES DE DATOS Y CATÁLOGOS:

BASES DE DATOS Y PLATAFORMAS DE EVALUACIÓN

- BASE. Bielefeld Academic Search Engine
- CAPES
- CARHUS Plus+
- CCHS-CSIC
- CEDAL (Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (ILCE) de México)
- CIRC (Clasificación Integrada de Revistas Científicas)
- CiteFactor – Academic Scientific Journals
- CREDI- OEI (Centro de Recursos de la OEI)
- Crossref (Metadata Search)
- Dialnet (Alertas de Literatura Científica Hispana)
- DICE (Difusión y Calidad Editorial de Revistas)
- EI Compendex
- EBSCO. Fuente Académica Premier
- ERA. Educational Research Abstracts
- ERIH-Plus. European Reference Index for the Humanities and Social Sciences.
- EZB-Electronic Journals Library Genamics JournalSeek
- HEDBIB (International Bibliographic Database on Higher Education)
- IN-RECS (Índice de Impacto de Revistas Españolas de Ciencias Sociales)
- IRESIE (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa)
- ISOC (CSIC/CINDOC)
- JournalTOCs
- MIAR (Matriz para Evaluación de Revistas)
- ProQuest-CSA
- Psycodoc
- REDIB. Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico
- REDALYC. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
- REDINED. Red de Información Educativa
- RESH - Revistas Españolas de Ciencias Sociales (CSIC/CINDOC)
- ResearchBib. Academic Resource Index
- Scopus
- Web of Science (SSCI)
- WEBQUALIS

DIRECTORIOS Y BUSCADORES

- DOAJ
- Dulcinea
- Google Scholar
- LATINDEX (Publicaciones Científicas Seriadadas de América, España y Portugal)
- Recolecta

- Sherpa/Romeo
- Scirus
- Ulrich's Periodicals (CSA)

PORTALES Y REPOSITARIOS ESPECIALIZADOS

- Actualidad Iberoamericana
- Asociación Internacional de Estudios en comunicación social
- CLARISE - Comunidad Latinoamericana Abierta Regional de Investigación Social y Educativa
- Educ.ar
- Enlaces educativos en español de la Universitat de València
- e-sPacio-UNED. Repositorio institucional de la UNED
- Institut Français de L'éducation
- Plataforma de revistas 360º
- Red Iberoamericana de Revistas de Comunicación y Cultura
- REDIAL & CEISAL
- Universia. Biblioteca de recursos

CATÁLOGOS DESTACADOS DE BIBLIOTECA

- 360grados
- British Library
- Buz
- Catàleg Col·lectiu de les Universitats de Catalunya
- Catálogo Colectivo de Publicaciones
- Periódicas Español CCPP
- Catálogo de la Biblioteca de Educación (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte)
- Catálogo del CSIC (CIRBIC)
- CENDOC
- CIDE
- CISNE
- COMPLUDOC
- COPAC (Reino Unido)
- ICIDL
- INRP
- IOE (Institute of Education. University of London)
- Library of Congress (LC)
- KINGS
- MIGUEL DE CERVANTES
- Observatorio de revistas científicas de Ciencias Sociales
- REBIUN
- SUDOC (Francia)
- UBUCAT
- UIB
- WORDLCAT (OCLC)
- ZDB (Alemania)

La Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia (AIESAD) es una entidad sin ánimo de lucro, constituida por universidades o instituciones de educación superior que imparten sus ofertas educativas en esta modalidad de enseñanza y promueve el estudio e investigación del modelo de enseñanza superior a distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* es el instrumento de la AIESAD para la difusión internacional de los avances en la investigación e innovación dentro del ámbito de la enseñanza y aprendizaje abiertos y a distancia.



RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia es una publicación científica que se edita semestralmente los meses de enero y julio. Promueve el intercambio institucional con otras revistas de carácter científico. La *RIED* no se hará responsable de las ideas y opiniones expresadas en los trabajos publicados. La responsabilidad plena será de los autores de los mismos.



“Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia “Reconocimiento-No comercial 3.0” de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente, siempre que reconozca los créditos de la obra (autor, nombre de la revista, instituciones editoras) de la manera especificada en la revista.”



AIESAD

Ried

Revista Iberoamericana de
Educación a Distancia

VOL. 25 N° 2

Julio, 2022

Índice

MONOGRÁFICO:

Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de UNESCO <i>Complex Digital Horizons in the Future of Education 4.0: Insights from UNESCO Recommendations</i> Ramírez-Montoya, M.; Rory McGreal, R.; Jane-Frances, O.	9
Habilitadores tecnológicos 4.0 para impulsar la educación abierta: aportaciones para las recomendaciones de la UNESCO <i>Technological Enablers 4.0 to Drive Open Science and Education: Input to UNESCO Recommendations</i> González-Pérez, L.; Ramírez-Montoya, M.; García-Peñalvo, F.	23
Método basado en Educación 4.0 para mejorar el aprendizaje: lecciones aprendidas de la COVID-19 <i>Education 4.0-based Method to Improve Learning: Lessons Learned from COVID-19</i> Fidalgo-Blanco, A.; Sein-Echaluce, M; García-Peñalvo, F.	49
The Aesthetics of OER, Deaf Pedagogy, and Curriculum Design Contra the “Wicked” Policy of Deaf Education <i>REAs, pedagogía para sordos y diseño curricular contra la “malvada” política de la educación para sordos</i> Weber, J.; Skyer, M.	73
Impacto, dificultades y logros de la producción de recursos educativos abiertos en un curso binacional <i>Impact, Difficulties and Achievements of the Production of Open Educational Resources in a Binational Course</i> Nova-Nova, C.; Tenorio-Sepúlveda, G.; Muñoz-Ortiz, K.	97
A Threshold for Citizen Science Projects: Complex Thinking as a Driver of Holistic Development <i>Umbral para proyectos de ciencia ciudadana: el pensamiento complejo como impulsor de desarrollo holístico</i> Sanabria-Z, J.; Molina-Espinosa, J; Alfaro-Ponce, B.; Vycudilková-Outlá, M.	113
Análisis de la perspectiva digital en los marcos de competencias docentes en Educación Superior en España <i>Analysis of the Digital Perspective in the Frameworks of Teaching Competencies in Higher Education in Spain</i> Bulls, S.; Esteve-Mon, F.; Sánchez-Tarazaga, L.; Arroyo-Ainsa, P.	133
Digitalización de la Universidad por Covid-19: impacto en el aprendizaje y factores psicosociales de los estudiantes <i>Digitalisation of the University by Covid-19: Impact on Students’ Learning and Psychosocial Factors</i> Romero-Rodríguez, J.; Javier Hinojo-Lucena, F.; Aznar-Díaz, I.; Gómez-García, G.....	153

Flexible Learning Itineraries in Digital Environments for Personalised Learning in Teacher Training
Itinerarios de aprendizaje flexibles en entornos digitales para un aprendizaje personalizado en la formación docente
 Pérez-Garcías, A.; Tur Ferrer, G.; Villatoro Moral, S.; Darder-Mesquida, A. 173

Learning Itineraries to Work *Mathematic Probability* with Future Teachers in an Online Scenario with Deck.Toys Tool
Itinerarios de aprendizaje para trabajar Probabilidad matemática en futuros maestros en un escenario online con Deck.Toys
 Orcos Palma, L.; Jiménez Hernández, C.; Magreñán Ruiz, A. 195

The Role of Metacognitive Strategies in Blended Learning: Study Habits and Reading Comprehension
El rol de las estrategias metacognitivas en la enseñanza semipresencial: hábitos de estudio y comprensión lectora
 Ortega-Ruipérez, B. 219

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

Proponiendo una EdTech sustentable. Más allá de docentes *powerpointers* y *clickerers* en la Universidad
Proposing a Sustainable EdTech. Beyond Powerpointers and Clickerers Teachers at University
 Villarroel Henríquez, V.; Stuardo Troncoso, W. 241

Implications of Message Length and Delay in Undergraduate Online Discussions
Implicaciones de la extensión y demora de los mensajes en discusiones en línea con estudiantes de grado
 López-Francés, I.; Garcia-García, F.; Gargallo López, B.; Molla-Esparza, C. 259

Blended Learning y factores sociodemográficos en el aprendizaje del idioma inglés en educación media superior
Blended Learning and Sociodemographic Factors in Learning English as a Second Language in High School Education
 Álvarez-Castillo, E.; Tarango, J.; González-Quñones, F. 277

University Students' Perceptions of the Use of Technologies in Educational Activities and Mental Effort Invested
Percepciones del alumnado universitario sobre el uso de tecnologías en actividades educativas y esfuerzo mental invertido
 Cabero-Almenara, J.; Martínez-Pérez, S.; Gutiérrez-Castillo, J.; Palacios-Rodríguez, A. 305

Evaluación de la competencia digital de futuros docentes desde una perspectiva de género
Assessment of the Digital Competence of Future Teachers from a Gender Perspective
 Fernández-Sánchez, M.; Silva-Quiroz, J. 327

La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado
Artificial Intelligence as an Educational Resource during Preservice Teacher Training
 Ayuso-del Puerto, D.; Gutiérrez-Esteban, P. 347

Monográfico:


Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de UNESCO


Coordinadores del Monográfico
María Soledad Ramírez-Montoya
Rory McGreal
Jane-Frances Obiageli Agbu


Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de UNESCO

Complex Digital Horizons in the Future of Education 4.0: Insights from UNESCO Recommendations



 María Soledad Ramírez-Montoya - *Tecnológico de Monterrey (México)*

 Rory McGreal - *Athabasca University (Canada)*

 Jane-Frances Obiageli Agbu - *National Open University of Nigeria (Nigeria)*

RESUMEN

La complejidad del cambio constante tiene un impacto global en todos los sectores de la sociedad y especialmente en el ámbito de la educación. Este artículo pretende analizar los posibles horizontes digitales que se vislumbran en el futuro de la educación 4.0 a partir de las recomendaciones que emitió la UNESCO en 2019. El análisis se vincula con la transformación digital y se presentan también las valiosas aportaciones de los artículos que componen este monográfico. El método seguido fue la revisión bibliográfica y el análisis propositivo. Los resultados muestran aportes para la educación 4.0 vinculados con las recomendaciones de la UNESCO: (a) razonamiento para la complejidad, (b) acceso con plataformas abiertas, (c) soporte digital, (d) nuevas creaciones y (d) solidaridad. Además, se presentan diez artículos que contribuyen con el conocimiento de la educación 4.0, los recursos educativos abiertos, la ciencia abierta y las prácticas de transformación digital. Los horizontes digitales esbozan procesos para: (a) reconstruir los espacios formativos de las personas; (b) vislumbrar la educación como parte de un nuevo ecosistema inclusivo de formación; (c) integrar la tecnología digital abierta como vehículo de nuevas ideas y vínculos; y (d) co-construir nuevos procesos formativos. Las contribuciones pretenden ser de valor para la comunidad académica, científica y social, interesada en proponer nuevas opciones para una educación de calidad, abierta, inclusiva y solidaria.

Palabras clave: acceso a la educación; recursos educativos abiertos; complejidad; innovación educativa; educación superior; futuro de la educación.

ABSTRACT

The complexity of constant change has a global impact on all sectors of society and especially in the field of education. This article aims to analyze the possible digital horizons that can be glimpsed in the future of education 4.0 based on UNESCO 2019 recommendations. The analysis is linked to the digital transformation and the valuable contributions of the articles that make up this monograph are also presented. The method followed was literature review and propositional analysis. The findings show contributions for education 4.0 linked to UNESCO recommendations: (a) reasoning for complexity, (b) access with open platforms, (c) digital support, (d) new creations and (d) solidarity. Ten articles that contribute to the knowledge of education 4.0, open educational resources, open science and digital transformation practices are also presented. The digital horizons outline processes for: (a) reconstructing the formative spaces of people; (b) glimpse education as part of a new inclusive ecosystem of training; (c) integrate open digital technology as a vehicle for new ideas and links; and (d) co-constructing new formative processes. The contributions are intended to be of value to the academic, scientific, and social community, interested in proposing new options for a quality, open, inclusive and supportive education.

Keywords: access to education; open educational resources; complexity; educational innovation; higher education; future of education.

INTRODUCCIÓN

Cada vez que leemos un artículo o un libro, o incluso cuando entablamos una conversación que tiene que ver con la incorporación de las tecnologías digitales a la educación, la pregunta que surge suele ser cuál sería el impacto de estas tecnologías en “el futuro”. Y ese “futuro”, sin un tiempo concreto, es el que debe preocuparnos y ocuparnos. De hecho, la Comisión Internacional sobre los Futuros de la Educación de la UNESCO (2021) habla en plural de “los futuros de la educación” para referirse a los “escenarios futuros” que identifican formas prometedoras de formular políticas y estrategias que configuren futuros deseables y reparen las injusticias del pasado. Las dinámicas sociales que se han construido a partir de la presencia y el uso de las tecnologías digitales exigen un análisis acelerado y la puesta en marcha de estrategias pedagógicas que prevean un horizonte en un tiempo futuro preciso para que, de esta manera, se puedan abordar y comenzar a dar soluciones inmediatas a las necesidades que presentan los problemas educativos de nuestra sociedad.

Corría el año 2020 y el tema principal que tenía en vilo a todo el mundo era la COVID-19; una enfermedad que nos enfrentó a una realidad que mostraba, por un lado, las carencias de las instituciones que debieran de atender a las principales dimensiones de la vida de la humanidad tales como la salud, la educación y el medio ambiente y, por otro lado, nos permitía ver como habíamos construido una perspectiva artificial de nuestra cotidianidad, ocultando la real incertidumbre que implica el futuro en la vida de las personas y acercándonos a la obligación de la necesidad de un pensamiento complejo que asegure una perspectiva más real de nuestro presente y posible porvenir.

Han pasado dos años desde aquel entonces, y al observar que los compromisos, tanto individuales como institucionales, que se habían hecho en pos de crear las conductas y los mecanismos que transformarían este presente en un mejor futuro para la educación parecieran comenzar a desdibujarse. El llamado de atención que nos hizo la naturaleza pareciera que comienza a olvidarse. Esta realidad obliga a las personas que desarrollamos actividades relacionadas con procesos formativos a aprovechar el impacto estructural de los últimos dos años (2020-2022) al haberse acortado la brecha entre el uso de las tecnologías digitales para el consumo de bienes y servicios y el uso e implementación en educación.

En este marco, la Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED) refrenda su compromiso con nuevos retos para seguir aportando en la difusión internacional de los avances en la investigación e innovación dentro del ámbito de la enseñanza y aprendizaje abiertos, flexibles y a distancia, el e-learning y las tecnologías aplicadas a la educación. Este escrito parte de contemplar la complejidad como factor clave para delinear ideas del futuro de la educación, donde la transformación digital sea un motor de la educación 4.0 y, en este sentido, es relevante contemplar las recomendaciones de la UNESCO en el ámbito de recursos educativos abiertos. Se presentan valiosas contribuciones en el monográfico con experiencias académicas

que dan cuenta de estas realidades. El escrito culmina con horizontes digitales, como una invitación a seguir contribuyendo en la co-construcción abierta del futuro de la educación.

EL FUTURO DE LA EDUCACIÓN EN EL ÁMBITO DE LA COMPLEJIDAD

Creemos importante volver a hacer hincapié en el tema de “futuro” cuando nos referimos a educación. Aunque podamos hablar y utilizar el concepto futuro, la realidad es que las acciones que en este hoy se lleven a cabo en todo proceso formativo deberán considerarse como futuros; y es que toda actitud educadora concilia casi en un hilo conductor presente y futuro en acción y pensamiento. Ball (2022) adhiere en que para reimaginar el futuro se debe ver hacia atrás para entender por qué las escuelas son como son. De importancia es también considerar los factores sociales más amplios para la implementación de un cambio transformador en la educación, presentando desafíos al currículo, los resultados y la infraestructura de la educación (Fleener, 2022). Por ejemplo, en el ámbito de la educación médica, Shah et al. (2020) enuncia que muchos de los cambios tecnológicos impuestos de forma tan abrupta en el sistema sanitario por la pandemia de la COVID-19 pueden ser positivos y además beneficioso que algunas de estas transiciones se mantengan o se modifiquen a medida que ponemos dirección hacia un objetivo concreto. Por ello, el horizonte no es lejano, sino que lo ubicamos en la interacción presente entre actores sociales con proyección al futuro.

En esta visión hacia el futuro, la complejidad de los cambios constantes son factores a considerar. Cuando Morin, a mediados del Siglo XX se refería a la complejidad del pensar nos mostraba una serie de caminos que iniciaban en la importancia de evaluar las perspectivas de las percepciones que venimos cargando desde hace tres siglos y la necesidad de repensarlas e inaugurar nuevas líneas de pensamiento que nos alejen de las particularidades simplistas y las generalidades opacas en compartimentos disciplinares estancos. La idea de complejidad que seguimos de Morin (2011) se refiere a la capacidad de poder interconectar las diversas dimensiones de la realidad que se podría comparar con un tejido, compuesto por múltiples tejidos y, por tanto, algo realmente complejo. Tikly (2017) hace hincapié en la comprensión de los efectos de los diferentes tipos de poder vinculados a intereses globales más amplios dentro de un orden mundial cambiante, en el que la educación, y en particular el aprendizaje, está vinculada al desarrollo sostenible. En el mismo sentido Kaufmann et al. (2019) consideran a la educación en el contexto de hacer y deshacer futuros sostenibles y proponen dos aspectos interrelacionados: crear espacios de reflexión y enfatizar lo político en los entornos educativos.

Ante las características que presenta la sociedad actual, es necesario reflexionar detenidamente sobre la información que recibimos. No se trata de entender los procesos de implementación de la tecnología digital como solución de los problemas en educación. La mirada debe orientarse a la complejidad que conllevan los procesos

formativos desde diversas perspectivas que permitan desde el holismo analizar el propio tejido construido en los procesos del uso de la tecnología digital en educación. Jacobson et al. (2019) indican cómo las diversas perspectivas de la educación, utilizando las herramientas conceptuales y metodológicas de los sistemas complejos, pueden ayudar a aportar con la investigación educativa y también a informar a la política. Ahora sabemos lo complejo que es el aprendizaje. Soudien (2020) establece nuevos conocimientos que se basan en una nueva comprensión de la relación entre lo biomédico y lo social y sugiere que lo que es necesario en esta crisis y de cara al futuro, es deconstruir y dar sentido a las complejidades de estas realidades para la calidad de la experiencia de aprendizaje. Es por ello por lo que la transdisciplinariedad cobra aún más sentido como forma de organización que trasciende las disciplinas para que los conocimientos científicos se nutran y aporten una mirada global que no se circunscriba a las especificidades de sus campos y que contemplan al mundo en su unidad diversa en un diálogo con la diversidad de los saberes humanos.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y EDUCACIÓN 4.0

La transformación digital implica la integración de la tecnología digital en todas las áreas de una organización. Esto puede cambiar fundamentalmente el funcionamiento de la educación y la evolución de sus componentes y sistemas, ya sean educativos, tecnológicos o administrativos. El efecto de estos cambios en las comunidades educativas puede ser profundo. La introducción de nuevas tecnologías, redes sociales, big data, Internet de las Cosas (IoT), etc. han impactado en la enseñanza y el aprendizaje, tanto en entornos presenciales, como a distancia (elearning, blended learning, mlearning). La integración de las TIC y de las herramientas tecnológicas en las escuelas supone un gran reto de cara a la nueva era del sistema de educación 4.0 (Ghavifekr y Wong, 2022). La educación avanzada, también llamada educación 4.0, y los ecosistemas en red desarrollarán habilidades y construirán competencias para la nueva era de la fabricación (Mourtzis et al., 2018). Una ruta es ofrecida por Taborda et al. (2021) en la que se interrelacionan funciones, factores y características sustantivas para llevar a cabo un enfoque de educación 4.0 donde se explora la transformación digital desde una perspectiva sistémica, que integra los diversos factores de acreditación de alta calidad de un programa académico. La educación 4.0 se presenta como un medio para la transformación digital en las necesidades globales de integración avanzada de los seres humanos y la complejidad.

Entendemos la transformación digital como la forma en que la sociedad puede comenzar a utilizar, en los primeros 20 años del siglo XXI, las herramientas digitales para efectuar la transformación de lo analógico a lo digital. Este cambio impacta en las representaciones sociales, soportando nuevas formas de interacción que, además de afectar el tipo de relaciones entre las personas y las instituciones, también pueden modificar las relaciones familiares. La acelerada penetración digital, cargada de información que afecta a la vida de las personas, no ha evolucionado igual en las

instituciones educativas, que “vieron desde fuera” cómo la digitalización de la sociedad configuró nuevas formas de pensar y actuar. La transformación digital aporta nuevos productos, procesos, servicios, conocimientos, canales de distribución y/o cadenas de suministro a los entornos de aprendizaje. Los cambios transformadores se reflejan en las plataformas, los contenidos, los recursos, la evaluación, la gestión e incluso las credenciales alternativas. Los cambios requieren no solo de nuevas infraestructuras, sino también de la formación, tanto de profesores como de alumnos, en competencias digitales que den soporte a los nuevos escenarios (académicos, sociales, laborales). En este sentido, Bonfield et al. (2020) se preguntan si hay oportunidades aún por explorar y qué impacto puede tener esto en la forma en que los educadores enseñan e imparten su currículo en el futuro.

La educación 4.0 no es más que la forma en que la comunidad educativa se ajusta directamente o analiza la digitalización de la educación. Los soportes tecnológicos como las herramientas digitales pueden ser utilizados para analizar, evaluar o generar contenidos que contribuyan a desarrollar las bases de un nuevo paradigma, donde “el acto de pensar” se convierte en un objetivo central. Miranda et al. (2021) proponen cuatro componentes centrales de la educación 4.0 que servirán de referencia para el diseño de nuevos proyectos de innovación educativa (i) Competencias, (ii) Métodos de aprendizaje, (iii) Tecnologías de la información y la comunicación, y (iv) Infraestructura. La transformación digital está vinculada a las prácticas de la educación 4.0 donde las instituciones aplican nuevos métodos de aprendizaje, herramientas didácticas y de gestión innovadoras, e infraestructuras inteligentes y sostenibles complementadas con tecnologías emergentes que mejoran los procesos de generación de conocimiento y transferencia de información. Un espacio donde se prioriza la capacidad de analizar la información (fuente, emisor, mensaje) que reciben las personas, permitiéndoles gestionar el conocimiento y transformarlo en ideas y acciones en pos de una sociedad más justa de forma activa y proactiva.

ALGUNAS LUCES DESDE LAS RECOMENDACIONES UNESCO

La transformación digital introduce un proceso de cambio cultural, tecnológico y organizativo, apoyado en las tecnologías digitales. En el ámbito del patrimonio digital, la UNESCO (2009) menciona que está formado por recursos únicos del conocimiento y la expresión humana y abarca recursos culturales, educativos, científicos y administrativos, así como información técnica, jurídica, médica y otros tipos de información creada digitalmente, o convertida en forma digital a partir de recursos analógicos existentes. La educación abierta trae consigo un importante apoyo a la transformación digital, especialmente con el enfoque de las nuevas recomendaciones de la UNESCO de 2019: desarrollo de capacidades, formulación de políticas de apoyo, acceso efectivo, inclusivo y equitativo y sostenibilidad. Estas nuevas recomendaciones pueden apoyar el avance y el intercambio de recursos educativos abiertos en beneficio de estudiantes, profesores e investigadores de todo

el mundo. Estas recomendaciones arrojan algo de luz sobre la educación 4.0 (Figura 1).

Figura 1

Luces desde las recomendaciones UNESCO de recursos educativos abiertos



Desarrollar las competencias de razonamiento para la complejidad de los ciudadanos socialmente responsables. Las competencias de razonamiento para la complejidad engloban el pensamiento crítico sistémico, científico e innovador y pretenden desarrollar ciudadanos que aporten soluciones a la sociedad (Ramírez-Montoya et al., 2022). La recomendación de la UNESCO (2019) se refiere a la creación de capacidades para desarrollar las habilidades de todas las partes interesadas clave

de la educación para crear, acceder, reutilizar, transformar, adaptar y redistribuir los REA, así como para utilizar y aplicar licencias abiertas en línea con la legislación nacional de derechos de autor y las obligaciones internacionales.

Múltiples vías de acceso al conocimiento abierto y plataformas. El acceso abierto al conocimiento requiere plataformas, herramientas y recursos para ampliar las oportunidades de aprendizaje. Las recomendaciones de la UNESCO alientan a los gobiernos, las autoridades educativas y las instituciones de enseñanza a adoptar marcos normativos que apoyen la concesión de licencias abiertas de materiales educativos y de investigación financiados con fondos públicos y a elaborar estrategias que permitan el uso y la adaptación de los REA para una educación inclusiva y de alta calidad y un aprendizaje permanente para todos, con el apoyo de las investigaciones pertinentes en la materia.

Reforzar la infraestructura, la conectividad y la alfabetización digital. La respuesta de las instituciones a la pandemia de la COVID-19 puso de manifiesto la falta de conectividad y de servicios de infraestructura para apoyar los procesos de aprendizaje, así como la necesidad de formación digital de la comunidad académica para continuar con la prosecución de los procesos. Será de sustancial importancia atender las recomendaciones de la UNESCO para promover la adopción de estrategias y programas, en particular a través de soluciones tecnológicas pertinentes, que permitan compartir los REA en cualquier medio, utilizando formatos y estándares abiertos, con el fin de maximizar el acceso equitativo, la co-creación, la preservación y la capacidad de búsqueda, incluso por parte de las personas con discapacidad y las pertenecientes a grupos vulnerables.

La innovación educativa con nuevos productos, servicios, procesos y conocimientos. La generación de nuevas opciones que impliquen la integración de novedades en situaciones problemáticas o desafiantes puede apoyar la mejora de los procesos educativos. Las recomendaciones invitan a crear modelos de sostenibilidad de los REA a nivel nacional, regional e institucional, así como a planificar y pilotar nuevas formas sostenibles de educación y aprendizaje.

Solidaridad y compromiso de los diversos sectores que apoyan la transformación digital en la educación. La colaboración y el crecimiento solidario pueden enriquecer las opciones de transformación digital. Las recomendaciones de la UNESCO exigen la creación de un fondo mundial de materiales educativos culturalmente diversos, localmente relevantes, accesibles, con sensibilidad de género, multilingües y en múltiples formatos. Así, las asociaciones internacionales pueden contribuir con los procesos de calidad, con la educación inclusiva y con las oportunidades de aprendizaje permanente.

CONTRIBUCIONES DEL MONOGRÁFICO

En este contexto, el monográfico presenta aportaciones con nuevas prácticas educativas e investigaciones que apoyan el crecimiento y la proyección de la

educación, la transformación digital y la educación 4.0 en el marco de las nuevas recomendaciones de la UNESCO para los REA y la Educación Abierta.

González-Pérez, Ramírez-Montoya y García-Peñalvo contribuyeron a las Tecnologías Emergentes 4.0, impulsando la educación abierta y la ciencia vinculada a las recomendaciones de la UNESCO 2019. Los resultados apoyan la necesidad de aumentar la cultura del acceso abierto, promover la cooperación internacional, co-crear conocimiento, crear REA y prácticas educativas abiertas. Los datos que sustentan el estudio fueron aportados a través de una experiencia formativa internacional de gran alcance.

Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce y García-Peñalvo, plantearon un método de educación 4.0 para mejorar el aprendizaje, con cuatro componentes: infraestructuras de Cloud Computing (aplicadas en el periodo de confinamiento COVID-19), metodologías activas híbridas (aplicables en las modalidades presencial, online y semipresencial), tecnologías (a través de un ecosistema tecnológico) y competencias horizontales 4.0. Este modelo apoyó la mejora de los resultados de aprendizaje y favoreció el aprendizaje entre iguales.

Un área destacada y emergente es la aportada por Weber y Skyer, en el ámbito de la educación inclusiva para estudiantes sordos. Se exploraron las formas estéticas de conocer y las operaciones de diseño positivas para los sordos junto con los REA. Los resultados muestran que el diseño curricular para sordos es una cuestión educativa que se inscribe en un debate político más amplio sobre los métodos y las filosofías de la pedagogía.

Nova-Nova, Tenorio-Sepúlveda y Muñoz-Ortiz analizaron los resultados de un curso binacional para la producción de REA en respuesta a la Recomendación de la UNESCO sobre REA. El curso se generó a partir del movimiento internacional UNESCO/ICDE de Educación Abierta para América Latina 2019. El curso se impartió en tres instituciones mexicanas y una en Chile, con 81 profesionales (profesores de diferentes niveles educativos e instructores) que ayudaron a confirmar que aún es necesario sensibilizar sobre cómo compartir los REA para aumentar la difusión del conocimiento y contribuir con la educación abierta.

Con un enfoque diferente en el campo del acceso al conocimiento, Sanabria Zepeda, Molina Espinosa y Vycudíliková Outlá trabajaron el concepto de Ciencia Ciudadana, promoviendo el desarrollo de competencias que ayuden a enfrentar la complejidad que los rodea y a responder con soluciones prácticas a los problemas de su entorno. El artículo presenta una visión general, crítica, composición y pronóstico de algunos de los temas, marcos y conjeturas más relevantes enmarcados en la disposición de Ciencia Abierta de la UNESCO sobre Ciencia Ciudadana.

Buils Morales, Esteve Mon, Sánchez-Tarazaga y Arroyo Ainsa, analizaron la perspectiva digital en los marcos de competencias docentes en la Educación Superior en España. El objetivo era conocer la perspectiva digital que se plantea en los diferentes marcos de competencias docentes en la Educación Superior en España durante los últimos 20 años. Los resultados muestran el predominio del sentido

instrumental de las transformaciones digitales en la función docente, íntimamente ligado al proceso de enseñanza-aprendizaje y a la necesidad de transformación e innovación de la enseñanza.

La digitalización de la Universidad centra la aportación de Romero-Rodríguez, Hinojo-Lucena, Aznar-Díaz y Gómez-García, que analizan la influencia de la COVID-19 en el aprendizaje de los universitarios de Andalucía, y cómo han influido las variables psicosociales (miedo al COVID-19, satisfacción vital, estrés, incertidumbre); variables de aprendizaje (estrategias de aprendizaje, motivación, tiempo y hábitos de estudio, condiciones facilitadoras, autorregulación); y factores sociodemográficos (sexo, edad, curso, domicilio, beca, futuro empleo, movilidad, abandono). 1873 estudiantes universitarios contribuyeron con el estudio para avanzar en el conocimiento del impacto de COVID-19 en el aprendizaje universitario.

Del mismo modo, Pérez-Garcías, Tur, Darder Mesquida y Villatoro Moral plantearon estrategias exitosas de itinerarios de aprendizaje flexibles en el diseño del aprendizaje. El objetivo de los itinerarios de aprendizaje flexibles es permitir la elección de los estudiantes para que puedan construir sus propios itinerarios seleccionando sus opciones según sus propias necesidades individuales, motivaciones y conocimientos previos. El estudio investigó los itinerarios y secuencias de aprendizaje y recogió datos sobre la satisfacción de los estudiantes mediante una encuesta en línea. Los autores hacen hincapié en la necesidad de abordar los retos digitales actuales desde enfoques equitativos y justos; y, también, en el valor del papel del profesor como diseñador.

Otro estudio sobre itinerarios de aprendizaje es el de Orcos Palma, Jiménez Hernández y Magreñán Ruiz, que trabajaron la probabilidad matemática con futuros profesores en un escenario online con la herramienta DeckToys. Los resultados obtenidos fueron estadísticamente muy satisfactorios, al igual que los cualitativos en cuanto a la mejora de la comprensión, tanto de los procedimientos, como de los conceptos implicados en la gestión del tiempo, ya que los alumnos pudieron trabajar eficazmente a su propio ritmo.

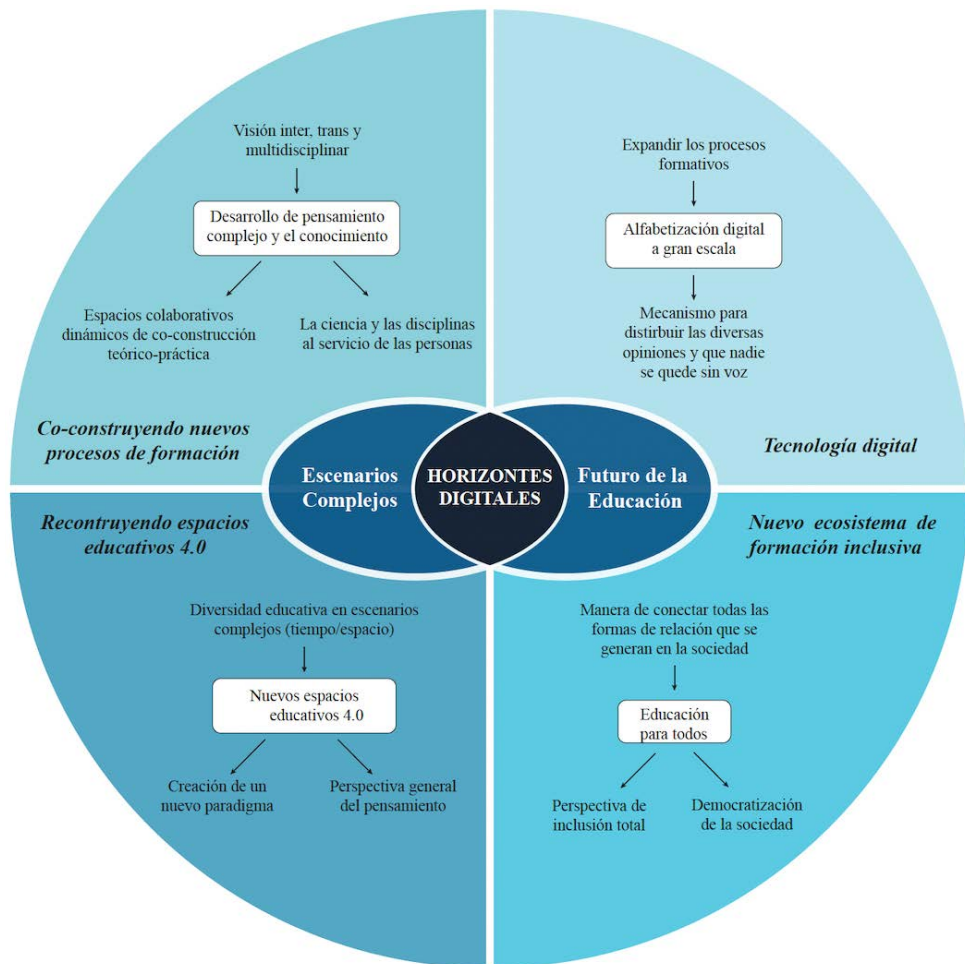
La monografía se cierra con una interesante aportación de Ortega Ruipérez, exponiendo el papel de las estrategias metacognitivas en el aprendizaje mixto. Los resultados muestran que el uso de estrategias metacognitivas ha facilitado especialmente la organización de las tareas en cuanto a los hábitos de estudio y que tiene un peso significativo, por lo que estos hallazgos sugieren la inclusión de estrategias metacognitivas en la enseñanza semipresencial para mejorar los hábitos de estudio y la comprensión lectora en los alumnos.

HORIZONTES DIGITALES PARA EL FUTURO DE LA EDUCACIÓN

Los horizontes digitales, como un conjunto de posibilidades o perspectivas que se vislumbran en el futuro de la educación, se interceptan con los escenarios complejos y la educación 4.0, generando luces para posibles reconstrucciones, ecosistemas,

aperturas y co-creaciones (Figura 2). De gran importancia es visualizar nuevos escenarios inclusivos, donde se integre la tecnología en comunidades diversas, como las personas con discapacidad (García-Peñalvo et al., 2022) o en diferentes modalidades, tanto presenciales, como a distancia (García Aretio, 2021); con diseños accesibles y flexibles (Antón Ares, 2018), proporcionando seguridad y accesibilidad a la información (Bartolomé y Lindín, 2018) y con atención al objetivo de desarrollo sostenible número 4, de la agenda 2030 de la UNESCO, que invita a plantear posibilidades educativas para todos, de calidad, apoyadas con tecnologías digitales.

Figura 2
Horizontes digitales para el futuro de la educación



Reconstruir los espacios formativos de las personas. Ya hemos planteado que el paradigma que situaba a la vieja escuela en la sociedad ha cumplido casi tres siglos y ya se hace dramáticamente urgente definir y construir los nuevos espacios formativos que tendremos en el futuro (una vez más ponemos en tela de juicio la palabra futuro, considerando que ya existe la formación/instrucción de las personas sin asistir a un espacio específico en tiempo y lugar), a la luz de las transformaciones que se han acelerado en los albores del Siglo XXI, entre ellos: dejar de lado una formación destinada a dimensiones institucionales de acción y acercarnos a otra que priorice una perspectiva general de pensamiento que permita sentar las bases de un nuevo paradigma (construir construyendo) que contemple diversos espacios y tiempos para la formación, en entornos complejos.

La educación como parte de un nuevo ecosistema inclusivo de formación. Más que definir a una institución educativa como un espacio cerrado para adquirir conocimientos, debemos contemplarla como un eje vertebrador y/o generador de los procesos y fenómenos comunitarios. ¿Sería posible imaginar una comunidad de aprendizaje en vez de un espacio específico de formación estructurada llamada escuela? Tomar a la Educación como una forma de conexión de todas las formas de relaciones que se generen en la sociedad con una perspectiva de inclusión total para seguir acercándonos a la utopía de la democratización de la sociedad y como un laboratorio activo de prácticas sociales novedosas que vayan enriqueciendo el currículum inicial, estableciendo de manera orgánica nuevas maneras de pensamiento y conocimiento.

La tecnología digital abierta como vehículo de las nuevas ideas y los vínculos. La tecnología digital se ha transformado en la nueva forma de establecer interacciones como nunca antes se había visto entre personas e instituciones. Esta posibilidad, abre mayormente la opción de implementarla como un mecanismo válido para distribuir las voces de las personas que no tenían voz, para ello se hace sustancial ampliar los procesos formativos de la alfabetización digital a gran escala aprovechando la inercia “coercitiva” que la COVID-19 generó entre 2020 y 2022. La apertura del conocimiento como bien común que lleve a ampliar las posibilidades de formación y de impacto social.

Co-construir nuevos procesos formativos. Ante la aparición de nuevas realidades en las instituciones: familia, trabajo, economía, se hace necesario repensar y establecer nuevos contenidos y formas de establecer los procesos formativos. Debemos crear espacios colaborativos dinámicos de coconstrucción teórico-prácticos para desarrollar pensamiento y conocimiento. Para ello, es necesario comenzar a actuar sin compartimentalizar a la ciencia y a las disciplinas y ponerlas al servicio de las personas. Una mirada inter, trans y multidisciplinar permitirá ver a las personas dentro de un gran ecosistema, sin límites para entender la amplitud de sus interacciones tanto como ente biológico, espiritual, emocional y social, recuperando las dimensiones que las miradas de las disciplinas, que reducían las perspectivas de

la complejidad, para priorizar la particularización o generalización habían obviado. Personas interactuando en mundos escenarios complejos.

Agradecimientos

Esta publicación es un trabajo de colaboración entre las Cátedras UNESCO y la ICDE. También está vinculada a los proyectos “Educación abierta e inclusiva: WUN and UNESCO training & research networks”, financiado por la red WUN y “STEAM-OER-LATAM Community Project, financiado por Siemens Stiftung. Los autores agradecen el apoyo de la UNESCO, el ICDE y los organismos de financiación, así como el de los participantes en el proyecto.

REFERENCIAS

- Antón Ares, P. (2018). Red openenergy: experiencias formativas e investigadoras para el diseño instruccional accesible. Openenergy network, training and research experiences for accessible instructional design. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19, 31-51. <https://doi.org/10.14201/eks2018194>
- Ball, D. L. (2022). Reimagining American Education: Possible Futures: Coming to terms with the power of teaching. *Phi Delta Kappan*, 103(7), 51-55. <https://doi.org/10.1177/00317217221092236>
- Bartolomé, A., y Lindín, C. (2018). Posibilidades del Blockchain en Educación. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(4), 81-93. <https://doi.org/10.14201/eks20181948193>
- Bonfield, C. A., Salter, M., Longmuir, A., Benson, M., y Adachi, C. (2020). Transformation or evolution? Education 4.0, teaching and learning in the digital age. *Higher Education Pedagogies*, 5(1), 223-246. <https://doi.org/10.1080/23752696.2020.1816847>
- Fleener, M. J. (2022). Blockchain Technologies: A Study of the Future of Education. *Journal of Higher Education Theory & Practice*, 22(1). <https://doi.org/10.33423/jhetc.v22i1.4956>
- García Aretio, L. (2021). Can We Trust Evaluation in Distance and Digital Education Systems? *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 9-29. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.30223>
- García-Peñalvo, F. J., Van der Roest, H. G., y Ottoboni, G. (Eds.). (2022). Using Technology to Combat Diseases and Help People With Disabilities. *Frontiers in Psychology*, 13, 854762. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.854762>
- Ghavifekr, S., y Wong, S. Y. (2022). Technology leadership in Malaysian schools: The way forward to education 4.0—ICT utilization and digital transformation. *International Journal of Asian Business and Information Management (IJABIM)*, 13(2), 1-18. <https://doi.org/10.4018/IJABIM.20220701.0a3>
- Jacobson, M. J., Levin, J. A., y Kapur, M. (2019). Education as a complex system: Conceptual and methodological implications. *Educational Researcher*, 48(2), 112-119. <https://doi.org/10.3102/0013189X19826958>
- Kaufmann, N., Sanders, C., y Wortmann, J. (2019). Building new foundations: the future of education from a degrowth perspective. *Sustainability Science*, 14(4),

- 931-941. <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00699-4>
- Miranda, J., Navarrete, Ch., Noguez, J., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A., Bustamante-Bello, M. R. Rosas-Fernández, J. B., y Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, Art 107278. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- Morin, E. (2011). *La vía: para el futuro de la humanidad*. Grupo Planeta.
- Mourtzis, D., Vlachou, E., Dimitrakopoulos, G., y Zogopoulos, V. (2018). Cyber-physical systems and education 4.0—the teaching factory 4.0 concept. *Procedia manufacturing*, 23, 129-134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.005>
- Ramírez-Montoya, M. S., Castillo-Martínez, I. M., Sanabria-Zepeda, J., y Miranda, J. (2022). Reasoning for Complexity in the Framework of Education 4.0. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. <https://doi.org/10.3390/joitmc8010004>
- Shah, S., Diwan, S., Kohan, L., Rosenblum, D., Gharibo, C., Soin, A., Sulindro, A., Nguyen, Q., y Provenzano, D. A. (2020). The technological impact of COVID-19 on the future of education and health care delivery. *Pain physician*, S367-S380. ID: covidwho-979310. <https://doi.org/10.36076/ppj.2020/23/S367>
- Soudien, C. (2020). Complexities of difference and their significance for managing inequality in learning: Lessons from the COVID-19 crisis. *Prospects*, 49(1), 59-67. <https://doi.org/10.1007/s11125-020-09486-x>
- Taborda, M. L. N., Coello, J. G., Salazar, J. T., y Morán, J. (2021, November). Digital transformation model in the evaluation of engineering programs from an education 4.0 approach. En *2021 International Symposium on Accreditation of Engineering and Computing Education (ICACIT)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICACIT53544.2021.9612494>
- Tikly, L. (2017). The future of education for all as a global regime of educational governance. *Comparative Education Review*, 61(1), 000-000. <https://doi.org/10.1086/689700>
- UNESCO (2009). *Charter on the Preservation of the Digital Heritage*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000179529.page=2>
- UNESCO (2019). *Draft recommendation on Open Educational Resources (OER)*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370936>
- UNESCO (2021). *Los Futuros de la Educación. Aprender a convertirse*. Comisión Internacional sobre los Futuros de la Educación UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375746>

Fecha de recepción del artículo: 13/05/2022




Fecha de aceptación del artículo: 18/05/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 18/05/2022

Habilitadores tecnológicos 4.0 para impulsar la educación abierta: aportaciones para las recomendaciones de la UNESCO

Technological Enablers 4.0 to Drive Open Science and Education: Input to UNESCO Recommendations



-  Laura Icela González-Pérez - *Universidad Autónoma de Nuevo León (México)*
 María Soledad Ramírez-Montoya - *Tecnológico de Monterrey (México)*
 Francisco José García-Peñalvo – *Universidad de Salamanca (España)*

RESUMEN

La integración de las tecnologías en la educación trae consigo cambios organizacionales no solo en las aulas tradicionales, sino también en las plataformas digitales, e invita a ubicar oportunidades para la innovación educativa. El objetivo de este artículo es identificar la percepción de 206 participantes de un programa internacional de Educación Abierta (EA) y aportar en las recomendaciones de la UNESCO (2019) para la educación y la ciencia abierta, con posibilidades de habilitadores tecnológicos. Las preguntas guía fueron ¿cuáles son los retos, casos y experiencias que los participantes perciben como impulsores de la EA? ¿De qué manera las tecnologías pueden favorecer la EA en el marco de las recomendaciones de la UNESCO? Se siguió un método mixto paralelo, con una primera fase de análisis de datos cualitativos y cuantitativos con instrumento de percepción aplicado a los participantes, y una segunda fase de búsqueda de literatura para ubicar investigaciones que utilizan tecnologías en la EA y aportar un esquema de habilitadores tecnológicos. Los resultados fueron: (a) los mayores retos percibidos son “Impulsar la cultura de acceso abierto” y “Promover la cooperación internacional”; (b) destacan 46 aportaciones de participantes con casos para impulsar la EA; (c) aporte de seis estudios de investigación para impulsar las recomendaciones de la UNESCO con tecnologías; y, (d) se plantea un esquema de clasificación propio de habilitadores tecnológicos 4.0 para la educación. Este artículo pretende ser de interés para comunidades educativas, ministerios de educación y ciencia, investigadores y formadores interesados en la innovación educativa.

Palabras clave: recursos educativos abiertos; ciencia abierta; tecnologías emergentes; habilitadores tecnológicos; UNESCO (2019) recomendaciones; educación 4.0.

ABSTRACT

The integration of technologies in education brings organizational changes not only in traditional classrooms, but also in digital platforms, and invites to locate opportunities for educational innovation. This article aims to identify the perception of 206 participants of an international Open Education (OE) program and to contribute to UNESCO's (2019) recommendations for OE and science, with possibilities for technological enablers. The guiding questions in this study were: what are the challenges, cases, and experiences that participants perceive as drivers of OE? In what ways can technologies enable OE within the framework of UNESCO recommendations? A parallel mixed method was carried out with an initial phase analyzing qualitative and quantitative data with a perception instrument applied to the participants. The second phase comprises a literature search to locate research that uses technologies in OE and to provide an outline of technological enablers. The results were: (a) the greatest perceived challenges are “Promoting the culture of open access” and “Promoting international cooperation”; (b) 46 contributions from participants with cases to promote OE stand out and (c) contribution of six research studies to promote UNESCO's recommendations with technologies and (d) a classification scheme of technological enablers 4.0 for education is proposed. This article is intended to be of interest to educational communities, ministries of education and science, researchers, and trainers interested in educational innovation.

Keywords: open educational resources; open science; education change; technological enablers; UNESCO 2019 recommendations; education 4.0.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas educativos requieren de una constante actualización tecnológica y nuevos modelos de transformación que les permita evolucionar para no caer en la obsolescencia y el rezago. La educación es un derecho humano y un bien público (Stracke, 2019) y debe proporcionarse, mejorarse e innovarse continuamente para mantener su estatus frente a los desafíos mundiales (United Nations, 2015). La ciencia abierta suele centrarse en la investigación abierta del propio método científico y conecta esto con los resultados de la investigación disponibles de forma pública y gratuita (Stracke et al., 2022) y la educación abierta se dirige hacia formas innovadoras de aprendizaje que son diferentes de las simples formas lineales (Baraniuk, 2008); surgen las Prácticas Educativas Abiertas (PEA), definidas por Ehlers (2011, p. 4) como: “prácticas que apoyan el (re)uso y la producción de Recursos Educativos Abiertos (REA) sustentándose en políticas institucionales que promueven modelos pedagógicos innovadores y respetan y empoderan a los alumnos como coproductores en sus trayectorias de aprendizaje a lo largo de la vida” y son un importante motor del movimiento de la educación abierta (Ramírez Montoya, 2020). Es necesario cuidar y reconocer la complejidad y los riesgos de lo “abierto” pero también los beneficios. Para disminuir los riesgos se hace necesario crear políticas institucionales que aseguren una cultura y compromiso entre los diversos actores. Cronin (2017) invita a construir un marco común para el desarrollo de la alfabetización digital, enseñar a lidiar con las tensiones entre la privacidad y lo abierto, y reflexionar el papel de la educación en una sociedad cada vez más abierta y en red. El uso de tecnologías implica uso de estrategias didácticas y metodológicas y en la gestión académica resulta imprescindible.

Formar a la ciudadanía digital con conocimientos acerca de la protección de datos personales y seguridad de su identidad digital debe ser obligatorio. En el campo de la educación se hace indispensable crear lineamientos que garanticen la legalidad del uso de información de los estudiantes ante la incursión de las tecnologías. Inamorato dos Santos (2019) desarrolló el Marco Europeo de Educación Abierta (Marco OpenEdu) con diez dimensiones de la educación abierta haciendo énfasis en que las instituciones deberían optar por la apertura y la transparencia de currículos, metodologías, contenidos, etc. apoyándose en las tecnologías digitales. La UNESCO (2019) consolidó grupos de expertos internacionales para crear recomendaciones sobre los REA y se aprobó por unanimidad en la Conferencia General de la UNESCO en su 40ª sesión de noviembre de 2019. La Recomendación de REA, la cual apoya la creación, el uso y la adaptación de REA inclusivos y de calidad y facilita la cooperación internacional en este ámbito y es el único instrumento normativo internacional existente sobre REA, fruto de más de una década de esfuerzos para reunir a una amplia diversidad de partes interesadas, esboza cinco áreas de acción:

1. Desarrollar la capacidad de las partes interesadas para crear, acceder, reutilizar, adaptar y redistribuir los REA.
2. Desarrollar una política de apoyo a los REA.
3. Fomentar los REA de calidad, inclusivos y equitativos.
4. Fomentar la creación de modelos de sostenibilidad para los REA.
5. Promover y reforzar la cooperación internacional en materia de REA.

De las recomendaciones de la UNESCO (2019) se destacan aspectos relevantes como:

- a. Promover la cooperación internacional: reducir al máximo las duplicaciones innecesarias de las inversiones en desarrollo de REA y crear un conjunto mundial de materiales educativos culturalmente diversos, pertinentes a nivel local, accesibles, con perspectiva de género y en idiomas y formatos múltiples.
- b. Promover la cultura abierta: fomento de la creación de modelos de sostenibilidad para los REA: apoyar y alentar la creación de modelos de sostenibilidad para los REA en el plano nacional, regional e institucional, así como la planificación y el ensayo experimental de nuevas formas sostenibles de educación y aprendizaje.
- c. Promover la concepción común: desarrollar las capacidades de todas las partes principales interesadas en la educación en materia de creación, acceso, reutilización, reconversión, adaptación y redistribución de los REA, así como de uso y aplicación de licencias abiertas en consonancia con la legislación nacional sobre derechos de autor y las obligaciones internacionales.
- d. Invertir en recursos humanos: abordar la inclusión de los REA en la transformación de la educación, adaptando, enriqueciendo o reformando los planes de estudios y todas las formas de aprendizaje a fin de explotar las posibilidades y oportunidades que brindan los REA, y alentar la integración de diferentes métodos de enseñanza y formas de evaluación para promover el uso activo, la creación y el aprovechamiento compartido de REA en la educación inclusiva y equitativa de calidad.
- e. Invertir en infraestructura: acceso efectivo, inclusivo y equitativo a REA de calidad: promover la adopción de estrategias y programas, en particular mediante soluciones tecnológicas pertinentes, para que los REA se puedan compartir en cualquier soporte, según formatos y normas abiertas, con miras a ampliar al máximo el acceso equitativo e inclusivo, dirigido a personas con discapacidad y pertenecientes a grupos vulnerables.
- f. Desarrollar el entorno político: alentar a los gobiernos, las autoridades educativas y los establecimientos de educación a que adopten marcos regulatorios que propicien las licencias abiertas de materiales educativos y de investigación financiados con fondos públicos y elaboren estrategias para permitir el uso y la adaptación de los REA en pro de una educación inclusiva de alta calidad y del aprendizaje permanente para todos, con el respaldo de investigaciones pertinentes en la materia.

La apropiación social del conocimiento implica la democratización del acceso y uso del conocimiento científico para mejorar la calidad de vida de las personas. La apropiación social del conocimiento es un descriptor emergente en las agendas políticas, ya que impulsa el desarrollo social y la innovación (Romero-Rodríguez et al., 2020). El acceso abierto desde sus inicios ha creado diversas tecnologías e infraestructuras, como, por ejemplo, el sistema Open Journal System (OJS) para disminuir el costo al acceso producido con recursos propios y dar cabida a otras formas de proteger los derechos de autor con las licencias *Creative Commons* (Moreno, 2017). Buscar las tecnologías que puede promover la cultura abierta y favorecer la sostenibilidad de REA en el tiempo es uno de los retos más relevantes en el contexto educativo y la innovación abierta, debido a la disponibilidad de recursos financieros en el largo plazo.

¿Tecnologías emergentes o habilitadores tecnológicos para la Educación 4.0?

Desarrollar tecnologías y modelos sustentables de innovación educativa se vuelve una tarea compleja por la acelerada evolución de las tecnologías. En un mundo complejo, dinámico e interconectado, que plantea al ámbito de la educación como la “Educación 4.0”, con importantes retos, se vuelve imprescindible el desarrollo de competencias para el razonamiento de la complejidad (Ramírez-Montoya et al., 2022). En el contexto de la educación abierta, diversas universidades, organizaciones y gobiernos de todo el mundo han realizado varias políticas de apoyo al movimiento de los REA y han hecho posible usar las tecnologías para impactar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Tili et al., 2021). Autores como Conde et al. (2014) detectaron que la tecnología no estaba profundizando el pensamiento de orden superior de los estudiantes con herramientas 2.0, esto se evidenció aún más durante la pandemia. La percepción de las brechas digitales en todos los colectivos de la enseñanza superior hizo notar la desigual capacidad técnica y de apoyo especializado y, sobre todo, las brechas metodológicas que alejan a muchos profesores de la integración adecuada de las tecnologías en la práctica docente (García-Peñalvo y Corell, 2020). Adicionalmente se suma la pasividad, la falta de autonomía de los estudiantes, por lo cual es necesario crear entornos que los motiven a la participación ciudadana democrática y a la toma de decisiones en el ejercicio de deberes y derechos (Acuña y Llatas, 2022). Existen investigaciones referentes al empleo de dinámicas de aprendizaje con la tecnología del cómputo en la nube que permiten vincular metodología activas y tecnología, lo que propicia una alta motivación para el aprendizaje (Sein-Echaluze et al., 2021). Los gestores de las Instituciones de Educación Superior (IES) deben ser asertivos al seleccionar las tecnologías que los profesores y estudiantes utilizarán en sus actividades de aprendizaje y favorecer el aprendizaje significativo.

Las IES que cuentan con tecnologías de vanguardia se distinguen del resto porque garantizan el acceso a la educación de forma continuada, sistematizada y de calidad. Para González-Pérez y Ramírez-Montoya (2022) la Educación 4.0 se diferencia de la educación tradicional porque la 4.0 está habilitada, apoyada y guiada por tecnologías 4.0 como la inteligencia artificial, las tecnologías ubicuas, los robots, la computación en la nube, entre otras y está sustentada con *frameworks* de enseñanza-aprendizaje con el fin de desarrollar competencias del siglo XXI. Bonfield et al. (2020) definen a la educación 4.0 como la alineación de los servicios educativos y planes de estudio para preparar la futura mano de obra de la Industria 4.0 y tiene la finalidad de preparar a los estudiantes para hacer frente a desafíos críticos del futuro. Para el desarrollo equitativo e inclusivo de los países se hace un llamado a las IES a desarrollar las habilidades de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés). La iniciativa de formación “*STEM Education Framework*” avalada por *New York Academy of Science* y *Global STEM Alliance* (2020) propone desarrollar competencias clave del siglo XXI, como pensamiento creativo, resolución de problemas, alfabetización de datos, comunicación, creatividad y alfabetización digital y ciencias computacionales a través de estrategias de aprendizaje como pensamiento de diseño y aprendizaje basado en proyectos. En esta ruta, es indispensable que las iniciativas de alfabetización dirijan sus esfuerzos hacia desarrollar pensamiento complejo de manera disciplinar y de manera transversal con habilidades socioemocionales, éticas e inclusivas.

En un mundo globalizado, los países más desarrollados tienen mayor capacidad de responder a los cambios y aportar mayores recursos a la investigación, por ello la innovación tecnológica en la educación se convierte en un elemento clave para favorecer el desarrollo de las economías. Los autores Álvarez-Aros y Bernal-Torres (2021) manifiestan que existen diferencias entre las tecnologías clave que utilizan las economías desarrolladas de las economías emergentes; señalan que las economías desarrolladas se enfocan en lo que llaman habilitadores tecnológicos como cuestiones relacionadas con la explicación y la vinculación eficiente de las interacciones entre los dispositivos, Internet de las cosas, algoritmos de Big data, la computación en la nube, la inteligencia artificial, los robots colaborativos, la educación STEM, entre otros; mientras que las economías emergentes se enfocan en cuestiones tecnológicas necesarias que forman parte de la segunda y tercera revolución industrial, como la automatización, la digitalización, la electrónica, la robótica con interacciones limitadas y las tecnologías de la información y la comunicación. Para el desarrollo de la Industria 4.0, Bonomi (2018) encontró nueve tecnologías centrales, que se califican como habilitadoras y que, en conjunto con otras, denominadas facilitadoras (telecomunicaciones, inteligencia artificial, nanotecnología, biotecnología, logística), dan en conjunto nuevos arreglos productivos. Las nueve tecnologías centrales son: (1) Robótica, (2) Manufactura flexible, (3) Realidad aumentada, (4) Manufactura digital (5) Gemelo digital, (6) Internet de las cosas, (7) Big Data, (8) Cloud computing (9) Ciberseguridad. Las tecnologías van avanzando rápidamente y la educación debe ir a

la par creando entornos que propicien la innovación, la investigación y el desarrollo de patentes abiertas que beneficien a la sociedad en general. En este marco, este artículo tiene por objetivo aportar en las recomendaciones de la UNESCO (2019) para la educación y la ciencia abierta, con posibilidades de habilitadores tecnológicos. Se presenta el método, los resultados, análisis y limitaciones del estudio, finalizando con posibilidades para la educación y ciencia abierta.

MÉTODO

La investigación adoptó un método mixto paralelo (Onwuegbuzie y Leech, 2006; Ramírez-Montoya y Lugo-Ocando, 2020), donde, por una parte, se analizaron las percepciones de 206 participantes de un workshop internacional virtual de acceso abierto denominado “Conectando las prácticas educativas abiertas y la ciencia abierta” a través de una encuesta con preguntas cuantitativas y cualitativas y, por otra parte, se analizaron estudios empíricos de tecnologías y educación abierta que dieron una nueva categorización de habilitadores tecnológicos. El workshop tuvo por objetivo presentar los postulados de la Ciencia Abierta y su conexión con la Educación Abierta y dar a conocer las recomendaciones de la UNESCO (2019). Se realizaron análisis cuantitativos y cualitativos que contrastaron los datos obtenidos de la percepción de los principales retos de la EA y de los casos empíricos que conectaban con la EA, con la finalidad de comparar los casos expuestos con los habilitadores tecnológicos 4.0. La categorización de habilitadores tecnológicos 4.0 se realizó de forma paralela. Las preguntas guía de esta investigación fueron ¿cuáles son los retos, casos y experiencias que los participantes perciben como impulsores de la EA? ¿De qué manera las tecnologías pueden favorecer la EA en el marco de las recomendaciones de la UNESCO?

La recolección de datos se llevó a cabo a través de una encuesta representada en la Figura 1, a través de un formulario en *Google Forms*, constó de una sección para recoger datos demográficos y otra sección para recoger percepciones de las recomendaciones de la UNESCO.

Figura 1

Encuesta aplicada a los participantes del workshop “Conectando las prácticas educativas abiertas y la ciencia abierta”

Encuesta del workshop "Conectando las prácticas educativas abiertas y la ciencia abierta"

Sección 1. Datos demográficos

1. Nombre Completo
2. Correo Electrónico
3. Género
4. País
5. Institución
6. Cargo
7. Sector donde desempeña sus actividades

Sección 2. Percepción de la recomendaciones de la UNESCO

8. Desde tu perspectiva, de las siguientes recomendaciones de la UNESCO (2019) ¿Cuál es la que presenta mayor reto de la Educación y Ciencia abierta?

- a) Promover la concepción común
- b) Desarrollar el entorno político
- c) Invertir en infraestructuras
- d) Invertir en recursos humanos
- e) Promover la cultura abierta
- f) Innovar en las etapas del proceso científico
- g) Promover la cooperación internacional

9. ¿Podrías aportar casos, por experiencia, o por interés, que relacionen Educación Abierta y Ciencia Abierta?

Fuente: Elaboración propia.

La búsqueda de estudios se realizó en la base de datos SCOPUS con las palabras clave de la Figura 2.

Figura 2

Palabras clave de búsqueda en SCOPUS

1	"open education" AND "emerging technologies" AND "higher education";
2	"open education" AND "Education 4.0"
3	"open education" AND "map" AND "technologies" AND "higher education";
4	"open education" AND "blockchain" AND "higher education";

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Los resultados se presentan en tres secciones: (1) los datos de la aplicación de la encuesta, (2) casos empíricos de investigaciones donde se aplicaron las tecnologías en la educación abierta y, finalmente, (3) una categorización de los habilitadores tecnológicos 4.0 aplicados en la educación abierta.

Participantes

La encuesta fue contestada por 206 participantes del workshop, el 69% representó el género femenino y el 31% el género masculino. En la Figura 3 se presentan los datos de los participantes que pertenecen a 14 países, pero la mayor población indicó que se encontraba en México.

Figura 3

Participantes por país

Paises	Participantes
Argentina	6
Chile	25
Colombia	9
Costa Rica	5
Ecuador	11
El Salvador	6
España	4
Guatemala	3
India	2
México	113
Perú	14
Filipinas	1
República Dominicana	3
Estados Unidos	2



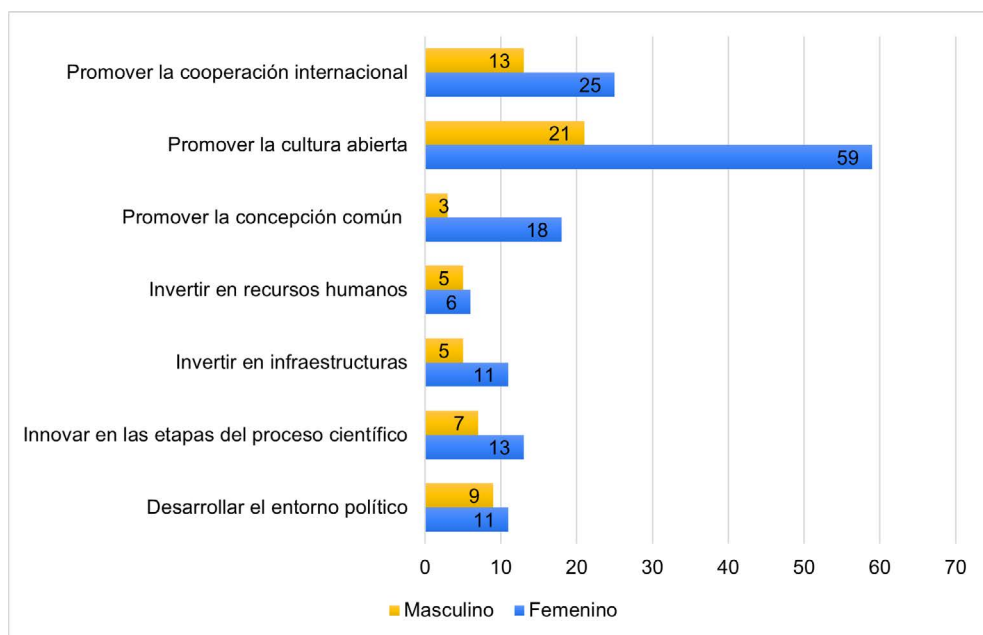
Fuente: Elaboración propia.

Percepciones de Educación y Ciencia Abierta

Una de las preguntas acerca de EA fue: “Desde su perspectiva ¿Cuál es el mayor reto de la ciencia abierta de acuerdo con las recomendaciones de la UNESCO?”, en la cual se le dio siete opciones de respuesta cerrada para responder en una sola recomendación. Los resultados se representan en la Figura 4 y quedaron de la siguiente manera: Con 59 votos del género femenino y 21 votos del género masculino, el reto “Promover la cultura abierta”; con 25 votos del género femenino y 13 votos del género masculino, el reto “Promover la cooperación internacional”; el reto “Desarrollar un entorno político” contó con 11 votos del género masculino; el reto “Promover la concepción común” con 18 votos del género femenino; el reto “Innovar en las etapas del proceso científico” contó con 7 votos del género masculino y 13 votos del género femenino. Las recomendaciones percibidas como menor reto fueron “Invertir en infraestructuras” e “Invertir en recursos humanos”.

Figura 4

Recomendaciones con mayores retos desde la perspectiva de género



Fuente: Elaboración propia.

Las respuestas a la pregunta “¿Podrías aportar casos, por experiencia, o por interés, que se relacionen con educación y ciencia abierta?” arrojan solo 46

aportaciones de casos de referencia que los participantes señalan como relacionados con la educación abierta con ciencia abierta y se enlistan en la Figura 5.

Figura 5
Referencias de aportes de casos de educación abierta

Fundación Wikipedia	Laboratorio Binacional del Tecnológico de Monterrey	Wstem
Repositorio RELACE	Academia.edu	Talento-City
Cuenta de Twitter: microBio	Revista Educar	Proyecto SALUS
La red mexicana de repositorios institucionales (REMEDI)	Repositorio del Tecnológico de Monterrey RIIEC	GOBLET y Software/Data Carpentry,
Repositorio nacional de México.	Repositorio GREDOS	Wikipedia, Wikimedia and Wikidata
El laboratorio ciudadano de Nuevo León (LabNL)	Science Open: https://www.scienceopen.com/	Mriadax, EDX o Coursera,
Red de Innovación Educativa 360 (RIE 360)	Open science monitor	MOCs
Iniciativa de educación abierta orientada a la justicia abierta The GovLab	Openaire	ECOTEC
Iniciativa OpenED	ZENODO	Software WEBQUEST,
FabLab del Tecnológico de Monterrey	Living Lab & Data Hub del Instituto para el Futuro de la Educación (IFE)	Repositorio Universidad Nacional de El Salvador - http://ri.ues.edu.sv/
MicroMOC: https://wakelet.com/@REHispanos	Repositorio Universidad Tecnológica - http://repositorio.ute.c.edu.sv:8080/jspui/	Museo de las Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México
Voluntariado entre jóvenes para aportar datos sobre puntos de oxígeno en Perú https://oximap.com/	OpenSciEd: Acceso a una gran variedad de textos científicos para uso en cursos educativos	Repositorio Consorcio Cbues - http://www.redicce.s.org.sv/jspui/
Explora: espacios en donde la divulgación de la ciencia aparece como vinculaciones que permiten avanzar en educación abierta: https://www.exploracilrmsurorienteciencia-abierta/	Iniciativa de Perú para datos de COVID 19: https://www.datosabiertos.gob.pe/group/datos-abiertos-de-covid-19	El Interdisciplinary Research Group-Reasoning for Complexity, del Instituto para el Futuro de la Educación en el Tecnológico de Monterrey

Fuente: Elaboración propia.

Se destaca que de las 206 respuestas de los participantes solo se obtuvieron 46 aportaciones de casos de aportación a la ciencia abierta y a la educación que corresponde al 22% de los encuestados.

Estudios de investigación empírica de habilitadores tecnológicos 4.0 en la EA

En esta sección, mostramos seis casos de investigaciones empíricas que presentan de qué manera usan diversas tecnologías para impulsar la EA relacionándolos con algunas de las recomendaciones de la UNESCO (2019). El primero conecta con “Promover la cooperación internacional” con tecnologías basadas en *OpenStreetmap*. El segundo hace referencia a “Promover la cultura abierta” con tecnologías como *Blockchain*. El tercero se enfoca en la recomendación “Promover la concepción común” con un estudio que usa analíticas de aprendizaje en Repositorios. El cuarto “Invertir en recursos humanos” evidencia cómo desarrollar formación de talento con Cursos Masivos en Línea Abiertos (*MOOCs*, por sus siglas en inglés). El quinto “Invertir en infraestructura” conecta con una investigación que utiliza laboratorios

remotos en la nube. El sexto “Desarrollar el entorno político” conectado con un estudio que utiliza con métodos de información y análisis predictivo para conocer el comportamiento de los estudiantes.

Recomendación 1: Promover la cooperación internacional

Para esta recomendación que se refiere a reducir al máximo las duplicaciones innecesarias de las inversiones en desarrollo de REA y crear un conjunto mundial de materiales educativos culturalmente diverso. Grinberger et, al. (2022) presentan el proyecto global OpenStreetmap (<https://www.openstreetmap.org/>) con una base de datos y un mapa del mundo de manera gratuita y editable por la comunidad, incluye casi 7.400 millones de puntos de datos (nodos), aportados por aproximadamente 1,8 millones de usuarios hasta marzo de 2022 (Stats, 2022) y es tal vez, el ejemplo de un proyecto de geoinformación de origen colectivo y del concepto de información geográfica voluntaria (Goodchild, 2007). El estudio de investigación que seleccionamos para abordar la recomendación es “*Technology and software tools development for city volunteer community interacting with governmental wildfire service*” realizado por Zaporozhtsev et al. (2019). En la Figura 6 se representa cómo esta investigación considera las estrategias para lograr una vinculación entre los diversos sectores de la sociedad y resolver problemáticas sociales, en este caso el servicio regional de extinción de incendios forestales de Murmansk (situado en el norte de Rusia), dando un ejemplo de cooperación entre las autoridades locales, los servicios y en vinculación con la universidad para realizar actividades profesionales con la ayuda coordinada de voluntarios.

Figura 6
Plataformas abiertas de geoinformación

Descripción de la recomendación de la UNESCO

Reducir al máximo las duplicaciones innecesarias de las inversiones en desarrollo de REA y crear materiales educativos con perspectiva de género y en idiomas y formatos múltiples.

Tecnologías emergentes

Tecnologías disruptivas y abiertas; como el *maching learning* y analítica de datos. Software abierto de georeferencia y bases de datos abiertas.



Fuente: Elaboración propia basado en UNESCO (2019) y Zaporozhtsev et al. (2019).

Las tecnologías que emplean en este caso son plataformas de acceso abierto (*Diva-GIS*, *OpenStreetMap*, *Protected Planet*, *Fires.ru*, *Glovis*, *Earth Explorer*), con una base de datos sobre la lucha contra el fuego y la aplicación web con mapa interactivo en R que permite visualizar los aspectos regionales de la lucha contra los incendios forestales. En este estudio se hace hincapié en el desarrollo de prácticas abiertas que favorecen entornos de Cooperación Internacional entre la universidad, el gobierno y las empresas, en beneficio de la sociedad.

Recomendación 2: Promover la cultura abierta

La promoción a la cultura abierta invita a fomentar la creación de modelos de sostenibilidad para los REA a través del ensayo experimental de nuevas formas

sostenibles de educación y aprendizaje. Las Insignias Abiertas (*Open Badges*) se han utilizado para ayudar a los estudiantes a obtener credenciales de sus cursos extracurriculares y permiten conectar con diferentes entornos y la creación de otras vías de aprendizaje (Papadimitriou y Niari, 2019). Pueden utilizarse como una herramienta pedagógica, un incentivo para el comportamiento deseable en el proceso de aprendizaje o una certificación de calificaciones que la forma tradicional de evaluación no incluye (Niari y Papadimitriou, 2017). Este nuevo mecanismo de credencialización puede unificarse con tecnologías *Blockchain* para integrar un sistema de micro-acreditación para cursos cortos e insignias digitales como incentivos y servir de apoyo a la actividad de aprendizaje y los procesos de digitalización, así como resolver problemas de seguridad (Chivu et al., 2022). En la Figura 7 se representa la investigación de un estudio piloto de *Blockchain* e insignias en el contexto de la educación abierta titulado en inglés “*Work-in-Progress: Piloting Smart Blockchain Badges for Lifelong Learning*” realizado por Mikroyannidis (2022) de la Open University.

Figura 7
Blockchain para insignias inteligentes a lo largo de la vida



Fuente: Elaboración propia basado en UNESCO (2019) y Mikroyannidis (2022).

Con este estudio se refleja que el aprendizaje en línea requiere de niveles de uso en la tecnología para crear nuevos o mejores paradigmas y estilos de aprendizaje, como las redes sociales, los dispositivos móviles, la realidad aumentada y virtual y los MOOCs. Para Chivu et al. (2022) el rol del *Blockchain* podría resolver problemáticas de las Universidades sobre el manejo de datos abiertos y seguros, control y verificación de insignias y credenciales, incluso control de plagio. Las insignias abiertas en la educación son de ayuda porque aseguran las condiciones de su uso pedagógico y su importancia en la forma de reconocimiento/evaluación del aprendizaje no formal y/o informal y posibilitan la educación abierta para dar reconocimiento a los estudiantes en su aprendizaje a lo largo de la vida (Papadimitriou y Niari, 2019). Mikroyannidis (2022) desarrolló *QualiChain* para descentralizar la educación y las cualificaciones laborales utilizando tecnologías *Blockchain*.

Recomendación 3: Promover la concepción común

Esta recomendación motiva a desarrollar las capacidades de todas las partes principales interesadas en la educación en materia de creación, acceso, reutilización, reconversión, adaptación y redistribución de los REA, así como de uso y aplicación de licencias abiertas en consonancia con la legislación nacional sobre derechos de autor y las obligaciones internacionales. El estudio titulado en inglés “*Quality estimation of learning objects in repositories of open educational resources based on student interactions*” realizado por Gordillo Méndez et al. (2018), representa en la Figura 8 los elementos clave del nuevo enfoque basado en la analítica del aprendizaje para estimar la calidad de los objetos de aprendizaje a partir de las interacciones que los estudiantes tienen con ellos en entornos abiertos, a través de una métrica predictiva con análisis de regresión lineal que permite detectar recursos de baja calidad.

Figura 8

Instrumentos de evaluación de calidad y analíticas de aprendizaje



Fuente: Elaboración propia basado en UNESCO (2019) y Gordillo Méndez et al. (2018).

Se explica cómo resolver uno de los principales obstáculos que dificultan el uso y adopción de los REA por la falta de mecanismos de control de calidad sostenibles y eficaces en los repositorios digitales. Los autores argumentan que las estrategias de evaluación y la revisión por pares no han sido lo suficientemente escalables en el repositorio, por ello, implementaron un instrumento de evaluación estándar LORI (*Learning Object Review Instrument*) que les permitiera medir la calidad de los recursos y estudiar las relaciones entre las interacciones de los estudiantes con los objetos de aprendizaje y su calidad a través de una métrica predictiva con análisis de regresión lineal para detectar automáticamente recursos conflictivos o de baja calidad en el repositorio.

Recomendación 4. Invertir en Recursos Humanos

La recomendación de invertir en recursos humanos se refiere a que se debe abordar la inclusión de los REA en la transformación de la educación, adaptando, enriqueciendo o reformando los planes de estudios, evaluar los efectos de los REA en la educación inclusiva y equitativa de calidad. El estudio que utilizamos para vincularlo con esta recomendación es el realizado por Ramírez-Montoya (2020) titulado en inglés “MOOCs and OER: Developments and contributions for open education and open science”, En la Figura 9 se representan las estrategias y recomendaciones para desarrollar el uso de PEA que permiten la masificación de los cursos en línea.

Figura 9
Cursos MOOCs y REA



Fuente: Elaboración propia basado en UNESCO (2019) y Ramírez-Montoya (2020).

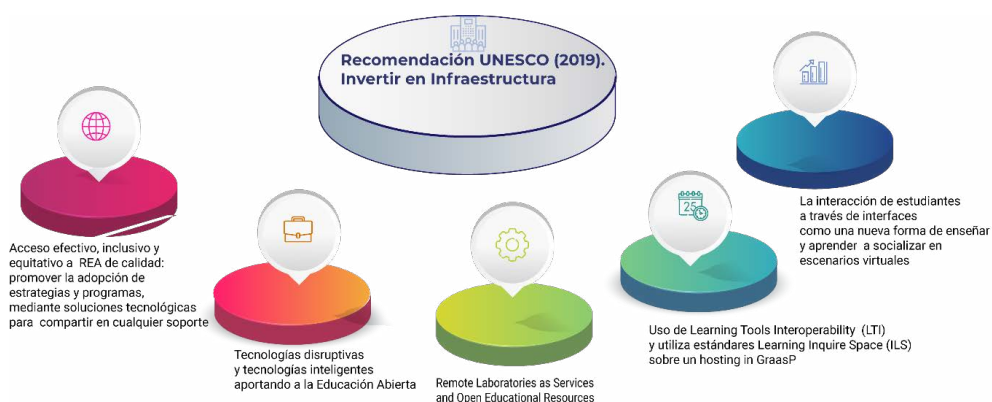
Ramírez-Montoya (2020) explica cómo se desarrollaron 12 cursos MOOCs y más de 5000 REA que se produjeron en un macroproyecto centrado en la formación para la sostenibilidad energética. Los MOOCs integraron estrategias innovadoras y tecnologías (como la gamificación, los retos, la biometría, la realidad virtual, la realidad aumentada, los laboratorios virtuales y a distancia) y los REA se produjeron con propiedades de escalabilidad y accesibilidad (como la reutilización,

la atómica, la interoperabilidad y la durabilidad). Los resultados pueden contribuir a las comunidades académicas (estudiantes, profesores, investigadores, administradores), a las comunidades sociales, al gobierno, a las empresas y a los responsables de la toma de decisiones interesados en los entornos de aprendizaje y en las PEA.

Recomendación 5. Invertir en infraestructura

La UNESCO recomienda invertir en infraestructura para dar acceso efectivo, inclusivo y equitativo a REA de calidad: promover la adopción de estrategias y programas, en particular mediante soluciones tecnológicas pertinentes, para que los REA se puedan compartir en cualquier soporte, según formatos y normas abiertos, con miras a ampliar al máximo el acceso equitativo, la creación conjunta, la preservación y la capacidad de búsqueda, incluso por parte de las personas con discapacidad y de aquellas pertenecientes a grupos vulnerables. El estudio de investigación titulado en inglés: “*Standardization Layers for Remote Laboratories as Services and Open Educational Resources*”, realizado por Halimi et al. (2018) que se representa en la Figura 10, refleja la implementación de infraestructura de vanguardia que demuestra cómo se pueden atender los requerimientos para desarrollar el aprendizaje en áreas STEAM donde el objetivo fue hacer disponible un laboratorio físico a través de un software de manipulación remota por internet, produciendo que los estudiantes tengan interacción con datos relacionados con la interface de usuario produciendo como resultado una colección de datos a través de una arquitectura de cliente servidor.

Figura 10
Lab as a Service (LaaS)



Fuente: Elaboración propia basado en UNESCO (2019) y Halimi et al. (2018).

Este caso, se utiliza una estandarización de arquitecturas para integrar laboratorios remotos en ambientes de aprendizaje en línea. El estudio presenta dos casos de laboratorios remotos integrados en dos plataformas diferentes, el primer ejemplo es un laboratorio remoto implementado en la plataforma eDX con la integración de *Learning Tools Interoperability* (LTI) que también puede ser implementada en plataformas como *Moodle*; el segundo ejemplo que presentan es el laboratorio *Mach-Zhender Interferometer* integrado en una plataforma de medios sociales educativos que utiliza estándares *Learning Inquire Space* (ILS) sobre un hosting in *GraasP* que identifica la identidad del usuario, realiza un rastreo de sus actividades y almacena sus datos. La interacción de estudiantes a través de interfaces 3D también será una nueva forma de enseñar y aprender a socializar en escenarios virtuales, a preservar los derechos de la identidad digital y a propiciar entornos digitales seguros.

Recomendación 6. Desarrollar un entorno político

Esta recomendación hace hincapié en que los gobiernos y las autoridades educativas deben adoptar marcos regulatorios que propicien modelos de investigación financiados con fondos públicos utilizando estrategias en pro de una educación inclusiva de alta calidad. El estudio de investigación seleccionado para conectar esta recomendación es la investigación realizada por Queiroga et al. (2021) titulada en inglés “*Using Virtual Learning Environment Data for the Development of Institutional Educational Policies*”. En la Figura 11 se refleja el modelo de enfoque que utilizaron los investigadores para implementar métodos de información y predicción sobre el comportamiento de los estudiantes de tres programas universitarios, a través de un tablero académico el cual permite crear políticas institucionales basadas en la evidencia.

Figura 11

Ambiente virtual de aprendizaje con algoritmos de IA



Fuente: Elaboración propia basado en UNESCO (2019) y Queiroga et al. (2021).

El modelo que presenta el estudio considera cómo valorar las interacciones del estudiante con el profesor en ambientes de aprendizaje virtuales a partir de minería de datos utilizando técnicas de clasificación, agrupación y reglas de asociación, para predecir, agrupar, modelar y supervisar diversas actividades de aprendizaje que permitan descubrir nuevo conocimiento a través de instalar en un *Learning Management System* (LMS) en *The University of the Republic* (Udelar) en Uruguay. La investigación demostró que el uso de métodos predictivos en la educación permitió un aumento de hasta 15% en el rendimiento de los alumnos en comparación con los de las clases que no utilizaban los modelos y por ello proponen el uso de *Learning Analytics Dashboard for Advisers* (LADA) como herramienta para dar soporte y contar con un análisis y predictivos del rendimiento de los estudiantes en

las actividades de aprendizaje. El estudio resulta muy enriquecedor porque además de presentar la implementación de las tecnologías en el LMS, presenta un resumen de investigaciones relacionadas con el objetivo de aplicación, la técnica, el algoritmo, el nivel educativo y las mejoras implementadas de cada uno.

Esquema de categorización de habilitadores tecnológicos 4.0 de Educación Abierta

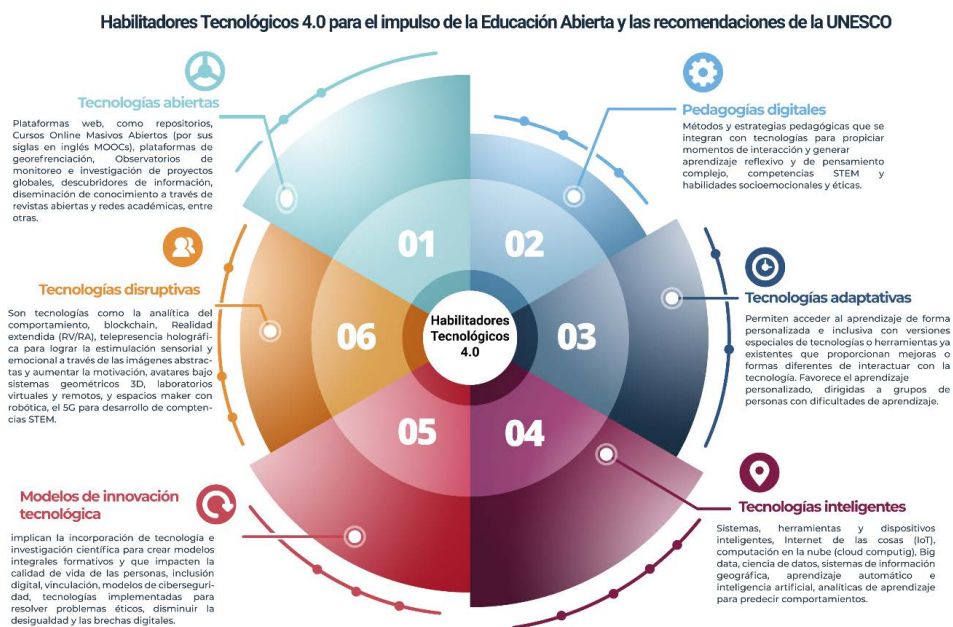
Con base en el análisis de literatura realizado, los aportes de un mapeo de literatura que abordó líneas de investigación de tecnologías educativas (González-Pérez et al., 2020), y una revisión sistemática de los componentes de la educación 4.0 relacionadas con las habilidades del siglo XXI (González-Pérez y Ramírez Montoya, 2022) emerge un esquema con seis habilitadores tecnológicos 4.0 aplicados en el marco de la Educación Abierta (Figura 12):

1. *Tecnologías abiertas*: Promueven el acceso abierto para la difusión del conocimiento, vinculación de comunidades, PEA a través de plataformas web, como repositorios, MOOCs, georeferenciación, observatorios, descubridores de información, diseminación de conocimiento a través de revistas abiertas y redes académicas, entre otras.
2. *Pedagogías digitales*: Métodos y estrategias pedagógicas que se integran con tecnologías para propiciar momentos de interacción y generar aprendizaje reflexivo y de pensamiento complejo, competencias STEAM y habilidades socioemocionales y éticas.
3. *Tecnologías adaptativas*: Permiten acceder al aprendizaje de forma personalizada e inclusiva con versiones especiales de tecnologías o herramientas ya existentes que proporcionan mejoras o formas diferentes de interactuar con la tecnología. Favorece el aprendizaje personalizado y la adaptación ayuda a las personas con una discapacidad o deficiencia para realizar una tarea específica.
4. *Tecnologías inteligentes*: Sistemas, herramientas y dispositivos inteligentes, Internet de las cosas (IoT), computación en la nube (cloud computig), Big Data, Ciencia de datos, sistemas de información geográfica, aprendizaje automático e inteligencia artificial, analíticas de aprendizaje para predecir comportamientos y desarrollar itinerarios educativos.
5. *Modelos de innovación tecnológica*: Se desarrollan basados en diseño de ciclos de evaluación que comprenden etapas desde investigar, experimentar, y evaluación iterativa; implican la incorporación de tecnología e investigación científica para crear modelos integrales formativos y que impacten la calidad de vida de las personas. Se añaden en este rubro los proyectos de investigación I+D.
6. *Tecnologías disruptivas*: Se generan innovaciones de tipo incremental o radical al combinar tecnologías en contextos educativos con métodos de enseñanza o modelos de gestión, analítica del comportamiento, blockchain para credenciales

alternativas, neurotecnologías para el desarrollo de sistemas cognitivos, uso de RV/RA, telepresencia holográfica para lograr la estimulación sensorial y emocional a través de las imágenes abstractas y aumentar la motivación, avatar bajo sistemas geométricos, los laboratorios virtuales y remotos, robótica, el 5G.

Figura 12

Habilitadores tecnológicos 4.0 para el impulso de la educación abierta



Fuente: Elaboración propia

El esquema “Habilitadores Tecnológicos 4.0 para el impulso de la educación abierta” presenta diversas perspectivas de investigación, de inclusión y de tecnologías que, en muchos casos o proyectos, estarán entrelazados y en esa medida aumentará la innovación educativa, así como también integrar los habilitadores tecnológicos coadyuvará a fortalecer economías emergentes ante la llegada de la industria 4.0.

DISCUSIÓN

La cultura del acceso abierto brinda oportunidades de innovación en diversos sectores fortaleciendo la economía de los países y demuestra que al incluir el uso de tecnologías de forma inclusiva e igualitaria se puede formar en diversas disciplinas

a grandes masas de la sociedad. En la Figura 4 se refleja que los mayores retos percibidos por los participantes son (a) Promover la cultura abierta y (b) Promover la cooperación internacional. La cultura abierta invita a fomentar modelos de sostenibilidad (Niari y Papadimitriou, 2017) y el ensayo experimental de nuevas formas sostenibles Mikroyannidis (2022) para descentralizar la educación y contar con credenciales para las cualificaciones laborales. Los equipos multidisciplinares educativos deben adoptar una visión para desarrollar proyectos innovadores basados en investigación científica e integrar los habilitadores tecnológicos que permitan consolidar modelos de innovación tecnológica.

La inversión en recursos humanos no es opcional y se vuelve una responsabilidad por parte de todos, pues hoy más que nunca se requiere dar respuesta a los retos derivados de los cambios sociales por la pandemia y de la inclusión de las tecnologías como parte fundamental de las interacciones humanas. En los resultados de la pregunta “¿Podrías aportar casos, por experiencia, o por interés, que relacionen educación y ciencia abierta?” representados en la Figura 5 se encuentra que solo el 22% de los encuestados tenía conocimiento de casos de educación y ciencia abierta. Para desarrollar la capacidad de las partes involucradas en crear, acceder, reutilizar, adaptar y redistribuir los REA, primeramente, requiere de una alfabetización digital como lo señala Cronin (2017), enseguida utilizar estrategias de colaboración y comunicación para capacitar constantemente a la población que demanda soluciones basadas en tecnologías. Un proyecto para la capacitación masiva es el realizado por Ramírez-Montoya (2020) que hace frente a demandas de empleabilidad encaminadas a la industria 4.0; en la Figura 6 se representa como Zaporozhtsev et al. (2019) describe una vía para generar oportunidades para estudiantes y realizar investigación para potenciar la infraestructura tecnológica gubernamental y educativa. El planteamiento de enfoques sustentables para generar proyectos que permitan crear plataformas para la innovación social y gestión del conocimiento abierto y con ello repercutir en la innovación social a largo y mediano plazo.

Dentro de las recomendaciones de la UNESCO (2019) se enfatiza en la inversión de infraestructura tecnológica para dar acceso en todo momento, de manera inclusiva en cualquier lugar a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). La Figura 12 representa una clasificación de los habilitadores tecnológicos para la educación 4.0 basada en la clasificación de tecnologías que realiza (Bonomi, 2018) para aplicar en la industria 4.0. Desde la perspectiva de Álvarez-Aros y Bernal-Torres (2021), las economías avanzadas buscan desarrollar tecnologías clave para el crecimiento económico mientras que las economías emergentes todavía buscan implementar procesos de automatización emergentes. Se puede decir que, de acuerdo con los resultados encontrados en la pregunta de la encuesta: ¿podrías aportar casos, por experiencia, o por interés, que relacionen Educación Abierta y Ciencia Abierta?, el 22% de los participantes que contestaron a la pregunta refieren casos enfocados a incorporar procesos de automatización emergente, representados en la Figura 5.

Por ello, es necesario impulsar iniciativas que atiendan el desarrollo de tecnologías clave, es decir, que incorporen habilitadores 4.0 como los planteados en la Figura 12.

CONCLUSIONES

En este estudio se identificaron los retos más desafiantes planteados por la Recomendación de la UNESCO (2019), el primero fue “Promover una cultura de acceso abierto”, seguido por “Promover la cooperación internacional”, hallazgos encontrados a partir de las respuestas obtenidas en la encuesta aplicada. Ante estos retos se presenta un esquema de clasificación de habilitadores tecnológicos 4.0 que orienta a los actores educativos con un esquema de diversas posibilidades para potenciar la innovación educativa y la Educación Abierta.

El objetivo de este artículo es aportar en las recomendaciones de la UNESCO para la educación y la ciencia abierta, con las posibilidades de habilitadores tecnológicos 4.0. Una de las aportaciones más importantes al realizar la encuesta es la evidencia de que se requiere alfabetizar a la ciudadanía en aspectos digitales y desarrollo de tecnologías para que desarrollen proyectos que incorporen diferentes habilitadores tecnológicos en la educación y se refleje en la economía de los países. Otro hallazgo importante se refleja con las aportaciones realizadas en los estudios empíricos presentados donde se reflejan el uso de tecnologías disruptivas para favorecer espacios para la Educación Abierta y la Ciencia Abierta. Se hace una invitación a fortalecer la infraestructura de las IES e incentivar el uso de tecnologías abiertas como mediadoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje, que además contribuyan con la transformación digital de los gobiernos y entornos sociales. Al mismo tiempo, se requiere trabajar en las políticas que aporten al contexto de interacción digital de manera local e internacional y crear una cultura de participación ciudadana donde la ética del uso de la información y el cuidado de los datos de los ciudadanos en un mundo hiperconectado sea un derecho de todo ciudadano

Este estudio podría estar limitado por el número de casos de investigación empíricos presentados como ejemplos de posibilidades para favorecer la Educación Abierta en la educación superior habilitadores 4.0. Pero, por otra parte, este estudio refleja un caso de investigación de referencia del estatus del conocimiento del uso de tecnologías en la Educación Abierta y proporciona sólidas bases para la aplicación de proyectos educativos con habilitadores tecnológicos desde diversos campos de acción en modelos de innovación educativa. Un futuro trabajo podría ser una revisión sistemática de estudios de Educación Abierta y habilitadores tecnológicos 4.0 con encuestas cuantitativas dirigidas a gestores educativos. Es relevante resaltar que los habilitadores tecnológicos 4.0 están cada vez más presentes en la educación, pero la brecha digital abarca muchos más ámbitos sociales y puede afectar al desarrollo de la sociedad, por lo que es fundamental buscar proyectos educativos sostenibles a mediano y largo plazo.

Reconocimiento

Esta publicación es producto de los proyectos: “Open and inclusive education: WUN and UNESCO training & research networks”, financiado por la red WUN y “Proyecto Comunidad STEAM-OER-LATAM, financiado por Siemens Stiftung. Los autores agradecen el apoyo de las entidades financiadoras, así como el de los participantes en los proyectos.

REFERENCIAS

- Acuña, L. M. L., y Llatas, F. D. H. (2022). Prospectiva de una ciudadanía democrática desde la escuela, una revisión literaria. *Revista Conrado*, 18(84), 337-343. ISSN 1990-8644. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000100337
- Álvarez-Aros, E. L., y Bernal-Torres, C. A. (2021). Technological competitiveness and emerging technologies in industry 4.0 and industry 5.0. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120191290>
- Baraniuk, R. G. (2008). Challenges and opportunities for the open education movement: A Connexions case study. *Opening up education: The collective advancement of education through open technology, open content, and open knowledge*, 229-246. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/26069/1004016.pdf?sequence=1#page=251>
- Bonomi, A. (2018). *Le tecnologie di Industria 4.0 e le PMI / Technologies of Industry 4.0 and SMEs*. <https://ideas.repec.org/p/csc/ircrwp/201804.htm>
- Bonfield, C. A., Salter, M., Longmuir, A., Benson, M., y Adachi, C. (2020). Transformation or evolution?: Education 4.0, teaching and learning in the digital age. *Higher Education Pedagogies*, 5(1), 223-246. <https://doi.org/10.1080/23752696.2020.1816847>
- Chivu, R. G., Popa, I. C., Orzan, M. C., Marinescu, C., Florescu, M. S., y Orzan, A. O. (2022). The role of blockchain technologies in the sustainable development of students' learning process. *Sustainability*, 14(3), 1406. <https://doi.org/10.3390/su14031406>
- Conde, M. A., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Alier, M., Casany, M. J., y Piguillem, J. (2014). An evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools. *Interactive learning environments*, 22(2), 188-204. <https://doi.org/10.1080/10494820.2012.745433>
- Cronin, C. (2017). Openness and praxis: Exploring the use of open educational practices in higher education. *International Review of Research in Open and Distributed Learning: IRRODL*, 18(5), 15-34. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i5.3096>
- Ehlers, U. D. (2011). Extending the territory: From open educational resources to open educational practices. *Journal of Open, Flexible and Distance Learning*, 15(2). <https://www.learntechlib.org/p/147891/>
- García-Peñalvo, F. J., y Corell, A. (2020). La COVID-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior? *Campus Virtuales*, 9(2), 83-98. <https://gredos.usal.es/handle/10366/144140>
- Global STEM Alliance (2020). *STEM Education Framework*. The New York Academy of sciences and Global STEM alliance. <https://www.nyas.org/>

- media/13051/gsa_stem_education_framework_dec2016.pdf
- González-Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M. S., y García-Peñalvo, F. J. (2020). Innovación educativa en estudios sobre el desarrollo y uso de la tecnología: Un mapeo sistemático. En M. S. Ramírez-Montoya y J. R. Valenzuela González (Eds.), *Innovación educativa: Tendencias globales de investigación e implicaciones prácticas* (pp. 171-195). Octaedro. <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/1816>
- González-Pérez, L. I., y Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review. *Sustainability*, 14(3), 1493. <https://doi.org/10.3390/su14031493>
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Gordillo Méndez, A., Barra Arias, E., y Quemada Vives, J. (2018). Quality estimation of learning objects in repositories of open educational resources based on student interactions. *Educación XX1*, 21(1), 285-302. <https://doi.org/10.5944/educxx1.20196>
- Grinberger, A. Y., Minghini, M., Juhász, L., Yeboah, G., y Mooney P. (2022). OSM Science—The Academic Study of the OpenStreetMap Project, Data, Contributors, Community, and Applications. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(4), 230. <https://doi.org/10.3390/ijgi11040230>
- Halimi, W., Salzman, C., Gillet, D., y Saliah-Hassane, H. (2018). Standardization layers for remote laboratories as services and open educational resources. En *Online Engineering & Internet of Things* (pp. 874-884). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64352-6_81
- Inamorato dos Santos, A. (2019). OpenEdu: las diez dimensiones del Marco europeo de educación abierta. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 11(22). <https://doi.org/10.22201/cuaed.20074751e.2019.22.70574>
- Mikroyannidis, A. (2022). Work-in-Progress: Piloting Smart Blockchain Badges for Lifelong Learning. En *International Conference on Interactive Collaborative Learning* (pp. 746-753). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93904-5_74
- Moreno, W. E. C. (2017). Importancia de la apropiación social y el acceso abierto al conocimiento especializado en ciencias agrarias. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 70(3), 8234-8236. <https://doi.org/10.15446/rfna.v70n3.67405>
- Niari, M., y Papadimitriou, S. (2017). Open badges and its pedagogical use. En *Proceedings of 4th Conference «Neos Pedagogos»*, Athens, 1-2 April, 2017, [in Greek]. http://users.sch.gr/synedrio/Praktika_Synedriou_04_Synedrio_Neos_Paidagogos_2017.pdf
- Onwuegbuzie A. J., y Leech, N. L. (2006). Linking Research Questions to Mixed Methods Data Analysis Procedures. *Qual Report*, 11(3), 474-498. <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR11-3/onwuegbuzie.pdf>
- OpenStreetMap (2022). OpenStreetMap. <https://www.openstreetmap.org/>
- Papadimitriou, S. T., y Niari, M. I. (2019). Open Badges as Credentials in Open Education Systems: Case Studies from Greece and Europe. *Journal of Learning for Development*, 6(1), 49-63. ISSN: 2311-1550. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1212520.pdf>
- Queiroga, E. M., Enríquez, C. R., Cechinel, C., Casas, A. P., Paragarino, V. R., Bencke, L. R., y Ramos, V. F. C. (2021). Using Virtual Learning Environment Data for the Development of Institutional Educational Policies. *Applied Sciences*, 11(15), 6811. <https://doi.org/10.3390/app11156811>
- Ramírez-Montoya, M. S., Castillo-Martínez, I. M., Sanabria-Z, J., y Miranda, J. (2022).

- Complex thinking in the framework of Education 4.0 and Open Innovation—A systematic literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 4. <https://doi.org/10.3390/joitmc8010004>
- Ramírez-Montoya, M. S., y Lugo-Ocando, J. (2020). Systematic review of mixed methods in the framework of educational innovation. *Comunicar*, 65, 111349. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-01>
- Ramírez-Montoya, M. S. (2020). MOOCs and OER: Developments and contributions for open education and open science. En *Radical Solutions and Open Science* (pp. 159-175). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4276-3>
- Romero-Rodríguez, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Aznar-Díaz, I., e Hinojo-Lucena, F. J. (2020). Social appropriation of knowledge as a key factor for local development and open innovation: A systematic review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(2), 44. <https://doi.org/10.3390/joitmc6020044>
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., García-Peñalvo, F. J., y Fonseca, D. (2021). Impact of Transparency in the Teamwork Development through Cloud Computing. *Applied Sciences*, 11(9), Article 3887. <https://doi.org/10.3390/app11093887>
- Stats (2022). Available online: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Stats>
- Stracke, C. M., Burgos, D., Santos-Hermosa, G., Bozkurt, A., Sharma, R. C., Swiatek Cassafieres, C., Inamorato dos Santos, A., Mason, J., Ossiannilsson, E., Gon Shon, J., Wan, M., Obiageli Agbu, J. F., Farrow, R., Karakaya, O., Nerantzi, C., Ramírez-Montoya, M. S., Conole, G., Cox, G., y Truong, V. (2022). Responding to the initial challenge of the COVID-19 pandemic: Analysis of international responses and impact in school and higher education. *Sustainability*, 14(3), 1876. <https://doi.org/10.3390/su14031876>
- Stracke, C. M. (2019). Quality frameworks and learning design for open education. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i2.4213>
- Tlili, A., Zhang, J., Papamitsiou, Z., Manske, S., Huang, R., y Hoppe, H. U. (2021). Towards utilising emerging technologies to address the challenges of using Open Educational Resources: a vision of the future. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 515-532. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09993-4>
- UNESCO (2019). *Recommendation on Open Educational Resources (OER)*. http://portal.unesco.org/en/ev.php-RL_ID=49556&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- Zaporozhtsev, I. F., Brazhnik, N. R., Kalinovskaya, L. S., Genin, R. V., y Veselov, D. V. (2019). Technology and software tools development for city volunteer community interacting with governmental wildfire service. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 19(1.4), 401-408. <https://doi.org/10.5593/sgem2019V/1.4/S03.050>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 06/04/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 20/04/2022

Método basado en Educación 4.0 para mejorar el aprendizaje: lecciones aprendidas de la COVID-19

Education 4.0-based Method to Improve Learning: Lessons Learned from COVID-19



- Ángel Fidalgo-Blanco - *Universidad Politécnica de Madrid (España)*
- María Luisa Sein-Echaluce - *Universidad de Zaragoza (España)*
- Francisco José García-Peñalvo - *Universidad de Salamanca (España)*

RESUMEN

La educación 4.0 es un modelo que permite satisfacer las demandas de la Industria 4.0. Esto se consigue desarrollando competencias durante el proceso de aprendizaje que posteriormente se utilizarán en la Industria 4.0. El modelo estructural propuesto en este trabajo tiene cuatro componentes: infraestructuras Cloud Computing (aplicadas en período de confinamiento COVID-19), metodologías activas híbridas (aplicables en modalidad de enseñanza presencial, online y mixto), tecnologías (a través de un ecosistema tecnológico) y competencias 4.0 horizontales. La adquisición de estas competencias se ha obtenido integrando la metodología activa híbrida con las tecnologías. En la experiencia llevada a cabo el alumnado ha utilizado, de forma cooperativa, competencias 4.0 como identificar, buscar, evaluar, recuperar, crear y utilizar conocimiento durante el proceso de aprendizaje. Así mismo, el alumnado ha diseñado el sistema tecnológico que clasifica y gestiona todo el conocimiento creado. Los resultados medidos demuestran que con el modelo de Educación 4.0 propuesto se han obtenido mejoras en los resultados de aprendizaje y se ha favorecido el aprendizaje entre iguales. La aplicación de las competencias 4.0 ha generado un producto 4.0 que es el sistema de gestión de conocimiento para clasificar, organizar y utilizar todo el conocimiento producido por el propio alumnado a través de su experiencia de aprendizaje en una asignatura académica.

Palabras clave: educación 4.0; industria 4.0; competencias; conocimiento.

ABSTRACT

Education 4.0 is a model to meet the demands of Industry 4.0. This is achieved by developing competencies during the learning process that will later be used in Industry 4.0. The structural model proposed in this paper has four components: Cloud Computing infrastructures (applied in COVID-19 lockdown period), active hybrid methodologies (applicable in face-to-face, online, and blended learning mode), technologies (through a technological ecosystem), and horizontal 4.0 competences. These competencies have been acquired by integrating the active hybrid methodology with technologies. In the experience carried out, students have cooperatively used 4.0 competencies such as identifying, searching, evaluating, retrieving, creating, and using knowledge during the learning process. Likewise, the students have designed the technological system that classifies and manages all the knowledge created. Measured results show that the proposed Education 4.0 model has led to improvements in learning outcomes and has favoured peer-to-peer learning. The application of the 4.0 competencies has generated a 4.0 product which is the knowledge system to classify, organize, and use all the knowledge produced by the students through their learning experience in an academic subject.

Keywords: education 4.0; industry 4.0; competences; knowledge.

INTRODUCCIÓN

La primera revolución industrial afectó a toda la sociedad cambiando las formas de actuar y hacer en todos los ámbitos: económicos, laborales, sociales, tecnológicos y en el ámbito educativo. La irrupción en el mundo laboral originó nuevas demandas de empleo que se debían satisfacer de forma rápida y masiva, y la educación evolucionó para dar servicio a esas nuevas demandas.

Desde la primera revolución, tres más han surgido y en cada una de ellas, al igual que ocurrió en la primera, se requiere de un modelo educativo que satisfaga las nuevas demandas originadas.

Actualmente estamos viviendo la cuarta revolución industrial, conocida como Industria 4.0. Este término se acuñó en el año 2011 durante la feria de Hannover (Deutsche Meese, 2014) y, definido como la integración entre lo biológico, lo digital y lo físico (Schwab, 2016), se basa en la hiper-conectividad, *big data*, inteligencia artificial y sistemas ciber-físicos (Roig, 2017).

A la Industria 4.0 se asocian un conjunto de competencias blandas como: creatividad, iniciativa, visión estratégica del conocimiento, colaboración, liderazgo, dar y recibir *feedback*, planificación y *networking* (Kipper et al., 2021), así como la resolución de problemas en equipo (Coppi y Akkari, 2021). También se hace énfasis en que estas competencias estén diseñadas o validadas por organismos internacionales (Ali, 2021). En este sentido, la *International Project Management Association* (IPMA) (IPMA, 2018; Sedlmayer, 2015) acredita dichas competencias asociadas al nuevo perfil laboral.

En la Industria 4.0 las personas y sus interacciones adquieren un mayor protagonismo (McKnight, 2014) ya que pueden compartir su experiencia (Coppi y Akkari, 2021) y aprender unas de otras (Kipper et al., 2021). Todo este conocimiento se debe gestionar para que adquiera valor para los individuos y la organización. Por tanto, los sistemas de gestión de conocimiento son un producto característico de la Industria 4.0 (Gaona et al., 2020).

La Educación 4.0 responde a las nuevas necesidades formativas de la Industria 4.0 debiendo incorporar competencias blandas similares a las de la Industria 4.0 como, entre otras, la cooperación, creación, compartición y organización del conocimiento, el empoderamiento del estudiante, el *networking*, la autogestión y el pensamiento crítico (Fisk, 2017; Hernandez-de-Menendez et al., 2020; Kipper et al., 2021; Miranda et al., 2021).

Así mismo, la Educación 4.0 debe poner en valor al alumnado y a sus interacciones para que, al igual que en la Industria 4.0, se pueda compartir la experiencia (Abdul Bujang et al., 2020) y el conocimiento (Wasilah et al., 2021). Motivando, de esa forma, un aprendizaje entre iguales (Pérez-Romero et al., 2019), y donde las metodologías activas e híbridas son las más adecuadas para este modelo (Vodovozov et al., 2021).

Las tecnologías utilizadas en la Educación 4.0 deben generar los procesos de transferencia para formar en las propias competencias (Miranda et al., 2021),

permitiendo que haya comunicación en tiempo real entre las personas (Coppi y Akkari, 2021), intercambio del conocimiento (Wasilah et al., 2021), gestión de datos y conocimiento en la nube (Gaona et al., 2020). Existen trabajos de investigación que están desarrollando herramientas de medición sobre las competencias asociadas a determinadas tecnologías 4.0 (Tenorio-Sepúlveda et al., 2021).

Por tanto, es necesaria la integración de metodologías activas, tecnologías, competencias e infraestructura para dar soporte al aprendizaje. En este trabajo se desarrolla un modelo de Educación 4.0. Desde el punto de vista estructural, el modelo integra infraestructura, metodología activa, tecnologías y competencias (Miranda et al., 2021). Desde el punto de vista funcional, el modelo utiliza las tecnologías y las metodologías activas para conseguir competencias demandadas en la Industria 4.0, empoderando al alumnado para cooperar en la creación de conocimiento, así como para compartirlo, gestionarlo y utilizarlo para que se produzca aprendizaje entre iguales.

Este trabajo se basa en dos planteamientos:

- Demostrar que la aplicación de competencias, propias de la Industria 4.0, mejora los resultados de aprendizaje y permite incorporar metodologías activas, aprendizaje cooperativo y aprendizaje entre iguales.
- Demostrar que esas mismas competencias sirven para adquirir características de trabajadores 4.0, desarrollando un producto 4.0 dentro de la propia asignatura. Para demostrar las dos líneas citadas se plantean dos objetivos a conseguir:
- O1- Comprobar el impacto del modelo de Educación 4.0 en el aprendizaje, tanto desde un punto de vista cuantitativo (resultados de aprendizaje) como cualitativo (tipos de aprendizaje).
- O2- Determinar la relación de la Educación 4.0 con la Industria 4.0 a través del desarrollo de un repositorio de gestión de conocimiento por parte del alumnado, aplicando las competencias blandas demandadas en la Industria 4.0.

En las siguientes secciones se detalla el modelo funcional de aprendizaje propuesto basado en la Educación 4.0, así como el contexto de aplicación del nuevo modelo, continuando con los resultados que ayudan a comprobar que los objetivos de la investigación se han cumplido. El trabajo finaliza con la discusión, las conclusiones y algunas líneas de investigación para trabajos futuros.

MODELO FUNCIONAL 4.0

En esta sección se describen los componentes del modelo 4.0 propuesto: infraestructura, metodología activa, competencias y tecnologías.

Infraestructura

El trabajo de investigación se realizó durante las restricciones educativas derivadas por la pandemia originada por la Covid-19 (García-Peñalvo, 2021; García-Peñalvo y Corell, 2021; Gil-Fernández et al., 2021; Knopik y Oszwa, 2021; Murphy, 2020). Tanto el profesorado como el alumnado se conectan a través de un ordenador y/o un dispositivo móvil a la asignatura desde su propio hogar. Así pues, se puede afirmar que la infraestructura es un conjunto de nodos distribuidos en distintos lugares físicos, en algunos casos se conectaron desde distintas ciudades y países.

Metodología activa

El aula invertida es una metodología activa (Smallhorn, 2017) que ha demostrado su aplicabilidad en situaciones de aprendizaje durante la pandemia (Fidalgo-Blanco et al., 2020) y consigue competencias blandas como la colaboración, la comunicación la creación de conocimiento, el empoderamiento del alumnado y la cooperación entre iguales (Fidalgo-Blanco et al., 2021; Fidalgo-Blanco et al., 2021; Prieto et al., 2021).

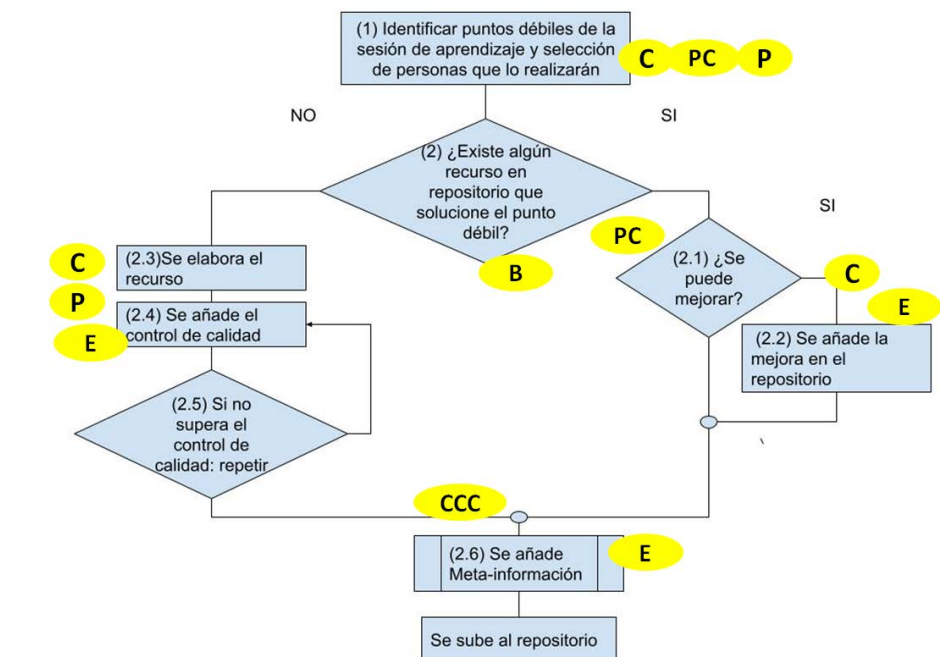
Este método se ha aplicado con éxito en modelos de Educación 4.0 (Abdul Bujang et al., 2020; Low et al., 2021; Rahmadani et al., 2020). El modelo utilizado se denomina *Micro Flip Teaching* (MFT) (Fidalgo-Blanco et al., 2017), que permite que el alumnado aplique contenido conceptual durante la lección en casa (Sein-Echaluze et al., 2015). Este método permite un aprendizaje entre iguales (García-Peñalvo et al., 2019), transparencia en el proceso cooperativo (Sein-Echaluze et al., 2021), generación de evidencias en tiempo real del proceso formativo (Sein-Echaluze et al., 2016), generación de conocimiento (García-Peñalvo et al., 2016) e incluso la organización de la experiencia generada en el aula para ser tratada como inteligencia colectiva (Fidalgo-Blanco et al., 2018). Por tanto, es un método válido para aplicarlo en un modelo de Educación 4.0.

Módulo metodológico y competencial

En este módulo se empodera al alumnado para que cree conocimiento, lo comparta, organice y utilice. Para realizar todo este proceso se ha diseñado un algoritmo con un conjunto de subprocesos, en los que se forma al alumnado en determinadas competencias 4.0 que posteriormente utiliza. En todo el proceso se produce aprendizaje y se crea el producto 4.0. Ver la descripción en la Figura 1 (Terminología: C – Cooperación; PC – Pensamiento Crítico; P – Planificación; E – gestión de la Experiencia; B – Búsqueda del conocimiento).

Figura 1

Algoritmo sobre el proceso de trabajo asociado a las competencias



Veamos la descripción de la Figura 1:

- (1) El alumnado se organiza en equipos y después de cada sesión de clase se reúnen de forma virtual (síncrona/asíncrona) para realizar la identificación de los puntos débiles durante la sesión de clase. Cada miembro del equipo comenta lo que ha entendido y lo que no, así como lo que le ha resultado más difícil, etc. Se suele elegir como punto débil aquello que ha dado más problemas para entenderlo o realizarlo. Se desarrollan competencias de cooperación y pensamiento crítico.
- (1) Una vez identificados los puntos débiles de cada equipo, se seleccionan aquellos puntos con mayor incidencia en el equipo y los miembros que elaborarán el recurso de conocimiento que palíe ese punto débil, para lo que planifican su desarrollo. Se desarrollan competencias de cooperación y planificación.
- (2) Se accede al repositorio de conocimiento para ver si algún otro estudiante lo ha creado y almacenado previamente. El recurso se analiza y se valora si necesita mejoras, pasando a los procesos (2.1) y (2.2), aquí se produce aprendizaje entre iguales. En caso de que no exista el recurso buscado, se pasa al proceso (2.3). Se desarrollan las competencias de pensamiento crítico y búsqueda de información.

- (2.1) (2.2) El recurso se mejora y se almacena de nuevo en el repositorio (nueva versión). Se desarrollan las competencias de pensamiento crítico, creación de conocimiento y experiencia.
- (2.3) En caso de no existir un recurso previo, se crea el recurso adecuado para resolver el punto débil. Se desarrollan las competencias de pensamiento crítico, creación de conocimiento y experiencia.
- (2.4) (2.5) Se realiza un control de calidad del recurso, por todo el equipo o por el profesorado. Hasta que no se supere el control de calidad no se pasa al siguiente proceso. Se desarrolla la competencia de cooperación.
- (2.6) Se añade la siguiente información (lo que desarrollan las competencias de creación de conocimiento de forma cooperativa y gestión de la experiencia):
 - Meta-información: punto débil que trata de mejorar, breve descripción del recurso y recomendación de uso.
 - Nombre del equipo que ha creado el recurso, asignatura, fecha y año académico.
 - Ontología: selección de etiquetas para definir la ontología sobre la clasificación del recurso de conocimiento creado.
- (2.7) Finalizado el proceso para añadir información, el conocimiento creado (recurso + meta-información) se incluye en el repositorio.

El módulo tecnológico

El módulo tecnológico es un micro ecosistema que incluye un repositorio de contenidos (creado por el alumnado) donde se gestionan los documentos y las ontologías y un *framework* de comunicación y almacenamiento.

Repositorio: Sistema de gestión documental

La misión del sistema de gestión documental, implementado en WordPress, es la edición multimedia y almacenamiento de los contenidos, así como el diseño gráfico de la interfaz del repositorio. También se utiliza para la gestión de roles y de usuarios para el nivel de acceso al repositorio.

Repositorio: Sistema de gestión de ontologías

El sistema de gestión de ontologías está integrado en WordPress a través de un *plugin de desarrollo propio*, que establece una ontología con estructura arbórea capaz de realizar búsquedas personalizadas (Figura 2). El plugin creado se puede utilizar con cualquier plantilla de WordPress y se actualiza para cada nueva versión (actualmente la 5.9).

La ontología sirve para clasificar, organizar, difundir y utilizar el conocimiento del repositorio de forma personalizada para cada estudiante y sus componentes son:

- Dominio: nombre de una ontología concreta que define un área de conocimiento académico para la asignatura concreta.
- Árbol: las distintas agrupaciones dentro de una misma ontología. Las agrupaciones son etiquetas que guardan una fuerte relación entre sí.
- Rama: etiquetas que componen cada árbol.
- Hojas: etiquetas que se asocian a cada rama.

Figura 2

Estructura en árbol de la ontología y ejemplo de iteración de una búsqueda

The diagram illustrates the ontology tree structure and a search iteration example. The tree is organized into levels: **DOMAIN** (COLABORACIÓN VIRTUAL), **TREE** (ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE), **BRANCH** (TIPO DE RECURSO), and **LEAVE** (ejemplos by alumnado). The search iteration example shows a video resource titled "Fundamentos de Programación" with a "TRABAJO COOPERATIVO" tag, a "Wordpress" tag, and a "Plugin" tag. The search process involves finding a resource containing the word "Newton" (1) and an activity of learning (2) that is an example elaborated by students (3) and belongs to the "algorithm" theme (4).

Framework de comunicación y almacenamiento temporal de contenidos

Este sistema se basa en el uso de un LCMS (*Learning Content Management System*) basado en Moodle, que se utilizó para la comunicación asincrónica y el almacenamiento temporal. Además, se utilizó Microsoft Teams para las comunicaciones síncronas y YouTube para almacenar los vídeos elaborados por los equipos.

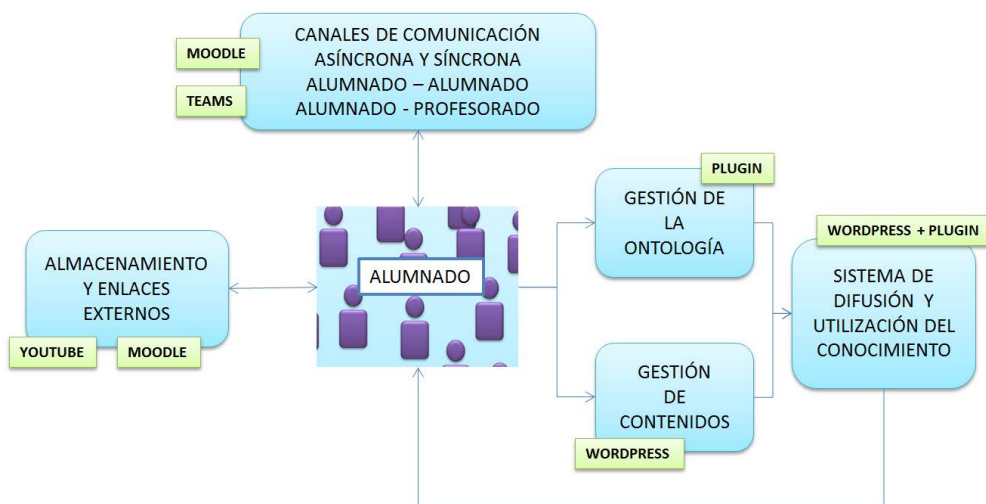
Para el correcto desarrollo de la asignatura es necesario establecer comunicaciones asíncronas y síncronas entre los miembros de los equipos y con el profesorado, así como en la impartición de sesiones colectivas (García-Peñalvo, 2020; García-Peñalvo y Seoane Pardo, 2015).

El repositorio (basado en WordPress) puede centralizar y enlazar las URLs de los medios tecnológicos cuyos contenidos estén en abierto y con permisos de

acceso (Youtube, webs, Drive, redes sociales, grabaciones con Teams ...). Excepto los contenidos en Moodle, cuyo enlace requiere estar registrado en el curso. Por otra parte, el alumnado muestra sus interacciones síncronas y asíncronas mediante videos que graban para explicar cómo han realizado la cooperación.

La Figura 3 refleja el esquema del micro ecosistema tecnológico propuesto, junto con las tecnologías concretas utilizadas en esta investigación (García-Holgado y García-Peñalvo, 2019).

Figura 3
Micro ecosistema tecnológico



CONTEXTO DE APLICACIÓN Y ESQUEMA DE UTILIZACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN LA EDUCACIÓN 4.0

El trabajo de investigación se ha realizado en la asignatura “Fundamentos de programación”, del primer curso del Grado de Biotecnología de la Universidad Politécnica de Madrid, entre septiembre del 2020 y enero del 2021. Debido a las restricciones originadas por la Covid-19 (García-Peñalvo et al., 2021), la asignatura se impartió en modalidad totalmente *online* y los exámenes se realizaron en modalidad presencial.

La asignatura se compone de algoritmia (teoría), lenguaje de programación en R (laboratorio) y desarrollo de la competencia transversal de trabajo en equipo.

89 alumnos matriculados participaron en la investigación, divididos en dos grupos de docencia: mañana (47 estudiantes – 8 equipos) y tarde (42 estudiantes – 7 equipos).

Los equipos se formaron al inicio del curso y actuaron durante toda la impartición de la asignatura. De los 15 equipos, 2 eligieron trabajar sobre el propio desarrollo de trabajo en equipo, 6 eligieron el lenguaje de programación R y 7 sobre algoritmia.

En el curso 2019-2020 el alumnado de la misma asignatura también utilizó el repositorio de conocimiento para almacenar recursos, la diferencia es que estos se crearon en los dos últimos meses del curso y no se pudieron utilizar en el mismo.

En la siguiente sección se aportan datos para analizar el impacto de este sistema de aprendizaje basado en Educación 4.0. Los datos se analizarán desde dos ópticas: el contraste de resultados académicos del alumnado del curso 2020-2021 con los del 2019-2020 y la percepción del aprendizaje basado en la Educación 4.0 que ha tenido el alumnado del curso 2020-2021.

RESULTADOS

Para el contraste de resultados se pasó una encuesta a principio de curso al total de alumnos matriculados (102 en 2019-20 y 99 en 2020-21) con la que se midió la homogeneidad de perfiles de los alumnos de los distintos cursos académicos. El contraste de resultados de aprendizaje se realizó con los participantes de 2019-20 que acabaron el curso (99) y con los 89 de 2020-21 que realizaron la experiencia con el método propuesto.

Contraste de resultados de aprendizaje entre el curso actual y el curso anterior

A continuación, se justifica la homogeneidad de los grupos que se quiere contrastar y posteriormente se lleva a cabo el contraste de los resultados de aprendizaje.

Homogeneidad del alumnado de los cursos 2019-2020 y 2020-2021

Se emplean los siguientes indicadores para estudiar la homogeneidad de los grupos a través de las preguntas Q1-Q2-Q3: calificación de entrada a la universidad (Q1), número de veces que se ha matriculado en la asignatura (Q2) y género (Q3).

Se aplica el test Shapiro-Wilk para comprobar si la distribución es normal. Para ello se toma el *p-value* y si el valor es inferior a 0,01, se concluye que la distribución de datos no sigue una distribución normal (Tabla 1).

Tabla 1

Test de Saphiro-Wilk para ambos grupos

<i>p-value</i>	2019-2020	2020-2021
Q1	6,81 e-15	2,2 e-16
Q2	2,2e-16	2,2e-16
Q3	4,62 e-15	1,48 e-13

El análisis de las diferencias significativas se realiza aplicando el test no paramétrico para muestras pareadas de Wilcoxon. La Tabla 2 muestra el *p-value* en el contraste entre el alumnado de los dos cursos académicos. Se observa el valor del *p-value* y como este es superior a 0,01, se concluye que no hay diferencias significativas entre ambos grupos.

Tabla 2

Homogeneidad del perfil del alumnado del curso actual y el anterior

Indicator	<i>p-value</i>
Q1	0,04954
Q2	0,4543
Q3	0,1196

Contraste de resultados

En primer lugar, se contrastan los resultados académicos del presente curso con los resultados académicos del anterior. En segundo lugar, se muestran los resultados de un grupo focal y una encuesta, donde el alumnado opina sobre el repositorio de contenidos que ha utilizado todo el alumnado de la asignatura.

Para contrastar los resultados académicos se han eliminado de la muestra los estudiantes que figuran en acta como no presentados. Así mismo, de la muestra del curso 2020-2021 se han eliminado los estudiantes que no han participado en la experiencia. Por tanto, se comparan 99 estudiantes de 2019-2020 con 89 estudiantes de 2020-2021.

Una vez demostrado que los dos grupos son homogéneos, se procede a contrastar la calificación final obtenida en cada parte de la asignatura (algoritmia sobre cálculo numérico, laboratorio de programación en R y trabajo en equipo, que es donde se realiza la creación y gestión de conocimiento por parte del alumnado).

Las calificaciones medias obtenidas en cada parte de la asignatura de los dos cursos a contrastar se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3*Calificación media y desviación estándar para las distintas partes de la asignatura*

	2020-2021		2019-2020	
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Algoritmos	7,79	1,97	7,47	1,61
Laboratorio	7,89	1,74	6,92	2,27
Trabajo en equipo	9,2	0,94	7,47	1,52

Para ver si hay diferencias significativas en las calificaciones de los dos grupos para las diferentes partes de la asignatura, se contrastarán las series de resultados. Primeramente, se estudia si la distribución es normal utilizando el test de Shapiro-Wilk obteniendo el *p-value*. En caso de que este valor sea menor que 0,01 significará que la serie de datos no guarda una distribución normal (Tabla 4).

Tabla 4*p-values para determinar si las series de datos tienen una distribución normal*

Parte / <i>p-value</i>	2020-2021	2019-2020
Algoritmos	0,0000003371	0,001274
Laboratorio	0,00002521	0,00009446
Trabajo en equipo	1,182e-10	2,046e-13

Una vez determinada la no normalidad de las series de datos, se aplica el test de Wilcoxon para comprobar si hay relación. Se utilizarán los valores de alfa menores que 0,01 y 0,05 para comprobar si hay diferencias significativas (Tabla 5).

Tabla 5*Test de Wilcoxon para cada parte de la asignatura*

Parte	<i>p-value</i> Wilcoxon
Algoritmos	0,04392
Laboratorio	0,002239
Trabajo en equipo	2,2e-16

Se observa que en las calificaciones de algoritmia hay diferencias significativas (*p-value* menor que 0,05) pero con un grado de significancia menor que en los bloques de trabajo en equipo y laboratorio, ambos con un *p-value* menor que 0,01.

Percepción del uso del modelo de aprendizaje basado en la Educación 4.0

Una de las evidencias del proceso de Educación 4.0 ha sido la creación por parte del alumnado de un repositorio de conocimiento. El total de recursos de conocimiento producidos por los 89 participantes en la experiencia de 2020-21, ha sido de 371, lo que supone una media de 4 recursos por persona.

En esta sección se presenta un método mixto (cuantitativo + cualitativo), llevado a cabo en el curso 2020-2021. Primeramente, se realizó una encuesta para medir la utilidad y calidad del repositorio de conocimiento. Seguidamente se realizó un grupo focal con parte del alumnado de la asignatura.

Percepción sobre el uso del repositorio de gestión de conocimiento

En esta investigación se utiliza el criterio de Rocha (2012) quien examina tres dimensiones: calidad del contenido, calidad técnica y calidad del servicio.

Para medir la calidad técnica y la calidad del contenido se utiliza el criterio de Aladwani y Palvia (2002). Por otra parte, los criterios para medir la calidad del servicio en una página web son muy generalistas. Por esa razón en este trabajo se ha considerado la herramienta LibQUAL+™ (Parbie et al., 2021), que se utiliza para medir el acceso a los contenidos en repositorios de bibliotecas universitarias, que es un servicio similar al ofrecido por el repositorio de conocimiento de este trabajo.

La encuesta ha sido realizada por 59 personas de un total de 89 participantes en la investigación, lo que representa un 66,3% de participación. A continuación, se presentan los datos para cada una de las tres dimensiones consideradas.

A- Dimensión adecuación técnica

La herramienta de medición (Aladwani y Palvia, 2002) está compuesta de un cuestionario de 9 preguntas de tipo Likert con una escala de 7. Se han seleccionado las siguientes 7 preguntas del citado cuestionario.

El repositorio ...

- Q1. ... ofrece fácil navegación.
- Q2. ... incluye herramientas de búsqueda adecuadas.
- Q3. ... está siempre disponible.
- Q4. ... incluye enlaces válidos.
- Q5. ... se adapta a mis necesidades.
- Q6. ... incluye acceso rápido a sus páginas.
- Q7. ... tiene fácil acceso.

Las dos preguntas no seleccionadas no procede aplicarlas al repositorio ya que se refieren a servicios de tipo de venta *online* y transacciones. Los valores de la media y la desviación típica para cada pregunta de esta dimensión se reflejan en la Tabla 6.

Tabla 6

Valores obtenidos de las cuestiones de la dimensión. Adecuación técnica

Pregunta	Media	Desviación típica
Q01	5,457627	1,3686393
Q02	5,932203	0,9443919
Q03	6,813559	0,4344865
Q04	6,576271	0,8750052
Q05	5,593220	1,2051419
Q06	5,491525	1,535476
Q07	5,898305	1,199065

La media para esta dimensión es 5,97 (sobre 7). Todos los valores obtenidos según el estudio de validación de la herramienta son “totalmente de acuerdo”.

B- Dimensión calidad del contenido

La herramienta de medición (Aladwani y Palvia, 2002) dispone de un cuestionario de 6 preguntas de tipo Likert, con escala 7. Las preguntas son las siguientes:

El contenido del repositorio es ...:

- Q8 ... útil.
- Q9 ... completo.
- Q10 ... claro.
- Q11 ... actual.
- Q12 ... conciso.
- Q13 ... preciso.

ya la Tabla 7 muestra los valores de la media y desviación típica para cada pregunta.

Tabla 7

Valores obtenidos de las cuestiones de la dimensión Calidad del contenido

Pregunta	Media	Desviación típica
Q08	5,915254	1,405508
Q09	5,661017	1,044033
Q10	5,661017	1,153857
Q11	6,169492	1,002627
Q12	5,338983	1,445685
Q13	5,542373	1,134446

La media para esta dimensión es 5,72 (sobre 7). Todos los valores obtenidos según el estudio de validación de la herramienta son “totalmente de acuerdo”.

C- Dimensión de servicio de acceso a la información

Esta dimensión incluye ocho preguntas que se refieren a las colecciones disponibles en la biblioteca y al acceso al contenido. Para este trabajo se han seleccionado las siguientes cinco preguntas de acceso al contenido, ya que el repositorio no dispone de colecciones similares a las de las bibliotecas.

- Q14 Los recursos son accesibles desde mi casa o lugar de estudio.
- Q15 Me permite localizar fácilmente los menús por mi cuenta.
- Q16 Contiene los recursos que necesito para realizar el trabajo.
- Q17 Puedo acceder a través de móvil y de cualquier ordenador.
- Q18 La información se puede encontrar con facilidad.

Para responder a estas preguntas se debe elegir un valor entre 1 (valor mínimo) y 9 (valor máximo) para cada uno de los tres niveles siguientes:

- *Minimum Required Level (MV)*. Nivel mínimo que el usuario consideraría aceptable.
- *Observed Level (OV)*. Nivel que se asocia al repositorio desde la perspectiva del usuario.
- *Desired Level (DV)*. Nivel que el usuario consideraría más alto para el servicio y que desearía que tuviera el repositorio.

Las medias de los tres valores obtenidos para cada pregunta de la dimensión “Servicio de acceso a la información” se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

Valores MV, OV y DV para las preguntas de la dimensión Servicio de acceso a la información

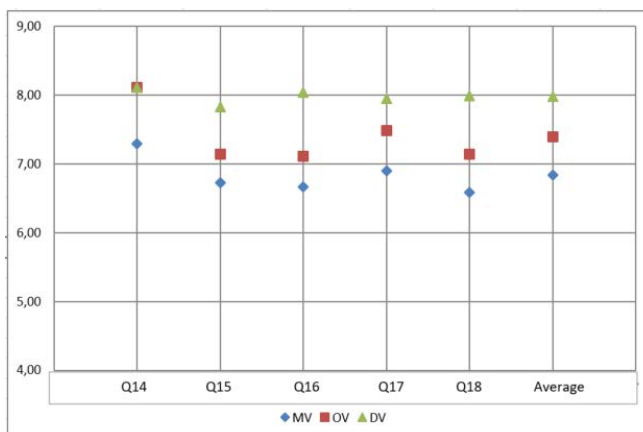
Pregunta	MV	OV	DV
Q14	7,29	8,12	8,12
Q15	6,73	7,14	7,83
Q16	6,67	7,11	8,04
Q17	6,89	7,49	7,95
Q18	6,59	7,14	7,99
Media	6,83	7,40	7,98

Para esta dimensión el valor mínimo, a partir del cual el servicio se considera aceptable, es 6,83 (MV) y el valor de calidad máxima es 7,98 (DV). El valor medio asignado al repositorio es de 7,40. La distancia entre el valor mínimo MV y el asignado OV es de 0,57 y desde OV a DV es 0,58, lo que sitúa el valor observado OV en un punto medio.

La Figura 4 muestra de forma gráfica los diferentes valores (MV, OV y DV) para cada pregunta.

Figura 4

Gráfico con los valores de MV, OV y DV para las preguntas de la dimensión Servicio de acceso a la información



En todos los casos los valores asociados al repositorio (OV) superan a los mínimos (MV) para que el servicio sea aceptable y en todos ellos supera el valor 7 sobre 9. Destacan la accesibilidad al repositorio, tanto desde el punto de vista del medio tecnológico a utilizar, como el lugar desde el que se realiza la conexión. En la discusión se compararán estos resultados con otros obtenidos en estudios similares.

Grupo focal

El grupo focal es una técnica cualitativa basada en una estructura de discusión con pequeños grupos (Masadeh, 2012). La idea principal es que los usuarios compartan experiencias y opiniones para, a través de la interacción, obtener conocimiento (Kinalski et al., 2017). Esta técnica ha demostrado su eficacia como actividad de investigación complementaria y adicional a la realización de encuestas (Figueras-Maz et al., 2021).

Se pidieron voluntarios entre los coordinadores de los equipos de trabajo y aceptaron 11 de los 14, que se dividieron en dos grupos focales: 5 personas del grupo de mañana y 6 personas del grupo de tarde. Ambos grupos se reunieron de forma telemática con el profesorado durante un tiempo suficiente para que todos participaran.

Las preguntas se plantearon en torno a dos aspectos: impacto en sus actividades de aprendizaje del sistema basado en la Educación 4.0 propuesto en este trabajo y el conocimiento creado por el propio alumnado. Las preguntas eran abiertas para que cada participante relatará lo que considerara oportuno y se fomentara el debate. Al final de la sesión cada participante expresó lo que consideró oportuno en relación con el propio método de aprendizaje basado en la gestión de conocimiento.

A continuación, se detallan las preguntas y las respuestas que fueron mayoritarias.

A-Preguntas sobre el aprendizaje:

- A.1- ¿Qué impacto tiene el método seguido en esta asignatura frente a otras asignaturas que has cursado?
 - Aprendizaje entre iguales.
 - Más autonomía de aprendizaje.
 - Proceso más ágil y más participación.
 - Se entienden mejor los conceptos y actividades.
- A.2- ¿Qué repercusión ha tenido el método sobre la acción tutorial?
 - Se consultó a menudo al profesorado para realizar el control de calidad del conocimiento elaborado.
 - Algunos equipos organizaron sus dudas e hicieron una tutoría larga con el profesorado.

- Otros equipos dieron libertad a sus miembros para consultar al profesorado cuando lo estimaran oportuno.
- Hubo acción tutorial entre el alumnado dentro del mismo equipo.

B- Preguntas sobre el conocimiento

- B.1- ¿Para qué habéis utilizado el conocimiento del repositorio?
 - Crear nuevo conocimiento (se toma como modelo, ayuda, guía).
 - Estudiar el laboratorio.
 - Preparar los exámenes.
 - Estudiar el primer parcial ya que es cuando estamos más perdidos.
- B.2- ¿Qué te ha supuesto la creación de conocimiento para compartir con el resto del alumnado?
 - Motiva pensar que lo van a utilizar tus compañeros presentes y futuros.
 - Se entiende mejor si se aporta meta-información.
 - Se da importancia a marcadores que indican los más vistos o relevantes.
 - Se siente más empatía hacia los compañeros a la hora de preparar los recursos.

A partir de la información dada por el alumnado a través del grupo focal se analiza la diferencia significativa de las calificaciones del primer parcial de teoría con las del alumnado de 2019-2020. Se obtienen las calificaciones medias y la desviación típica mostradas en la Tabla 9.

Tabla 9
Calificaciones medias primer parcial

Calificaciones medias 1er parcial	Media	Desviación típica
2020-2021	8.45	1.88
2019-2020	7.51	2.23

Contrastando las calificaciones de la Tabla 9 a través del test Wilcoxon, para dos muestras no paramétricas pareadas, se obtiene un *p-value* de 0,0002199 (menor que 0,001) frente al 0,04392 obtenido en el análisis conjunto de la calificación final de teoría (Tabla 5).

DISCUSIÓN

En el modelo de Educación 4.0 aquí propuesto, el alumnado diseña y crea un sistema de gestión de conocimiento y, por tanto, elabora un prototipo que es utilizable en la Industria 4.0. Al igual que en otros modelos de Educación 4.0, como TEC21, donde se desarrollan prototipos como medio para conseguir las competencias necesarias en la Industria 4.0 (López et al., 2021).

En este trabajo se han utilizado competencias de información digital (búsqueda, selección, evaluación, almacenamiento, recuperación y creación de nuevo conocimiento) como en otros trabajos de Educación 4.0 (Sarango et al., 2021) donde midieron la correlación entre estas competencias y la innovación basada en evidencias.

Podemos encontrar estudios previos sobre revisión de literatura, que identifican la necesidad de utilizar metodologías activas en la formación de personal cualificado para la industria 4.0 (Santana y De Deus Lopes, 2020) identificando, además, el aprendizaje entre iguales (Kipper et al., 2021). Desde el contexto de la Educación 4.0 también se especifica el uso de metodologías activas (Vodovozov et al., 2021) y el aprendizaje entre iguales (Pérez-Romero et al., 2019).

En este trabajo se constata esa visión común del método de aprendizaje, ya que se demuestra que se ha producido aprendizaje cooperativo y aprendizaje autónomo. Esta característica de cooperación también se propone en otros estudios como el origen de comunidades de aprendizaje y estrategias de innovación abierta (Miranda et al., 2021)

En la literatura científica se hace énfasis en la funcionalidad de las metodologías activas para la adquisición de competencias, donde juegan un papel fundamental la creación, intercambio y utilización del conocimiento (Fuertes et al., 2021; Miranda et al., 2021; Wasilah et al., 2021). En este sentido la misión es muy similar a la infraestructura del aprendizaje organizacional (Hansen et al., 2020; Nonaka y Takeuchi, 1995; Van Lente y Hogan, 2020), donde se utilizan los mismos elementos que en este trabajo.

Uno de los factores señalados por el profesorado de la asignatura fue la creciente demanda de horas de tutoría, en comparación con el curso anterior. La mayoría de los participantes en las sesiones focales coincidieron en que, para realizar el control de calidad de los conocimientos que habían creado, preferían consultar con el profesorado durante las tutorías. Esto muestra un aumento de la motivación por parte del alumnado para utilizar unas actividades docentes (tutorías) reconocidas oficialmente dentro de la dedicación prevista de alumnado y profesorado, como medio para mejorar el aprendizaje, luego no es un trabajo extra.

Los valores obtenidos respecto al producto generado, el repositorio de conocimiento, representan un excelente resultado comparado con otros estudios realizados en contextos similares, como la opinión del alumnado universitario que utiliza los repositorios de las bibliotecas (LibQual, 2021; Scott et al., 2020).

CONCLUSIONES

Los principios del aprendizaje basado en la Educación 4.0 fomentan las mismas competencias blandas, identificadas en este trabajo, que la Industria 4.0. Estas competencias son aplicables a una asignatura académica donde se utilicen metodologías activas.

En el contexto de esta investigación, respecto al objetivo 1 (O1), tanto desde el punto de vista cuantitativo (Tablas 5 y 9) como cualitativo (opiniones en el grupo focal), se ha demostrado que un enfoque basado en la Educación 4.0 produce un incremento en el rendimiento académico del alumnado y, por tanto, una mejora en su aprendizaje.

El análisis cuantitativo señala que las situaciones donde el modelo propuesto ha obtenido un mayor impacto de aprendizaje han sido las actividades que requieren aplicación práctica del conocimiento (laboratorios) y en el desarrollo de la competencia de trabajo en equipo. También el resultado ha sido significativamente mejor en la adquisición de conceptos teóricos, que se imparten en los dos primeros meses de la asignatura.

Desde un punto de vista cualitativo el análisis indica que el tipo de aprendizaje que se ha producido en este modelo ha sido: aprendizaje entre pares, aprendizaje autónomo y aprendizaje cooperativo.

Por otra parte, el modelo ha producido un incremento de las tutorías, por la necesidad del alumnado de contrastar la calidad del conocimiento creado por ellos mismos.

Respecto al objetivo 2 (O2): en este caso se ha demostrado que se ha empoderado al alumnado para construir, a través de las competencias blandas, un producto de la Industria 4.0 utilizable en la Educación 4.0.

Las medidas sobre la calidad técnica y de los contenidos del repositorio de conocimiento ha sido altamente satisfactoria para el alumnado (Tablas 6 y 7). Respecto al acceso y utilización de la información dentro del repositorio, los resultados son muy satisfactorios y mejoran la valoración de otros estudios en contextos similares aplicando la misma herramienta de medición.

Por lo analizado y contrastado en la discusión, se puede confirmar que:

- el desarrollo de prototipos que necesitan competencias tecnológicas utilizadas en Industria 4.0,
- el trabajo cooperativo soportado por competencias como Cloud Computing y
- la competencia digital de tratamiento de información, son competencias que se pueden utilizar en Educación 4.0.

El proceso de creación de conocimiento de forma cooperativa se podría aplicar a cualquier asignatura de cualquier área de conocimiento. Las tecnologías necesarias para trabajar con la competencia Cloud Computing y con las competencias de

información digital, pueden ser distintas de las utilizadas en este trabajo, aunque deben tener las mismas funcionalidades. Con respecto al trabajo futuro, se aplicará el mismo modelo de repositorio con las mismas ontologías en asignaturas distintas a la de este trabajo, para comprobar la transferibilidad y universalidad del modelo.

REFERENCIAS

- Abdul Bujang, S. D., Selamat, A., Krejcar, O., Maresova, P., y Nguyen, N. T. (2020). Digital Learning Demand for Future Education 4.0—Case Studies at Malaysia Education Institutions. *Informatics 2020*, 7(2), 13. <https://doi.org/10.3390/informatics7020013>
- Aladwani, A. M., y Palvia, P. C. (2002). Developing and validating an instrument for measuring user-perceived web quality. *Information & Management*, 39(6), 467-476. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00113-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00113-6)
- Ali, M. (2021). Vocational students' perception and readiness in facing globalization, industry revolution 4.0 and society 5.0. *J. Phys.*, 12050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1833/1/012050>
- Coppi, I., y Akkari, A. C. S. (2021). A Conceptual Design of the Competences Circle for the Project Manager 4.0. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 233, 48-54. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75680-2_7
- Deutsche Meese (2014). *Industria 4.0 en la Feria de Hannover*. <https://www.deutschland.de/es/topic/economia/globalizacion-comercio-mundial/industria-40-en-la-feria-de-hannover>
- Fidalgo-Blanco, Á., Martínez-Nuñez, M., Borrás-Gene, O., y Sánchez-Medina, J. J. (2017). Micro flip teaching - An innovative model to promote the active involvement of students. *Computers in Human Behavior*, 72, 713-723. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.060>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., y García-Peñalvo, F. J. (2018). Micro Flip Teaching with Collective Intelligence. En I. A. Zaphiris P. (Ed.), *Learning and Collaboration Technologies. LCT 2018. Lecture Notes in Computer Science* (pp. 400-415). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91743-6_30
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., y García-Peñalvo, F. J. (2020). Hybrid Flipped Classroom: adaptation to the COVID situation. *Proceedings TEEM'20. Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (Salamanca, Spain, October 21st - 23rd, 2020)*, 405-409. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436691>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., García-Peñalvo, F. J., y Balbín, A. M. (2021). Revisión crítica del método de aula invertida desde una perspectiva basada en la experiencia. *Innovaciones docentes en tiempo de pandemia. Actas CINAIC'21: VI Congreso Internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación (20 a 22 October, 2021, Madrid, Spain)*, 659-664. <https://doi.org/10.26754/CINAIC.2021.0127>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., García Ruesgas, L., y Fonseca, D. (2021). ¿Crear y compartir conocimiento motiva a nuestro alumnado? *Innovaciones docentes en tiempo de pandemia. Actas CINAIC'21: VI Congreso Internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación (20 a 22 October, 2021, Madrid, Spain)*, 665-670. <https://doi.org/10.26754/CINAIC.2021.0128>
- Figueroas-Maz, M., Grandío-Pérez, M. D. M., y Mateus, J. C. (2021). Students' perceptions on social media teaching

- tools in higher education settings. *Communication & Society*, 34(1), 15-28. <https://doi.org/10.15581/003.34.1.15-28>
- Fisk, P. (2017). Education 4.0 ... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life. *Peter Fisk*. <https://www.peterfisk.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>
- Fuertes, J. J., Prada, M. A., Rodríguez-Ossorio, J. R., González-Herbon, R., Pérez, D., y Domínguez, M. (2021). Environment for Education on Industry 4.0. *IEEE Access*, 9. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3120517>
- Gaona, G., Lima, P., y Bollati, V. A. (2020). Equipos de trabajo 4.0: nuevas configuraciones. *XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2020, El Calafate, Santa Cruz)*, 376-380.
- García-Holgado, A., y García-Peñalvo, F. J. (2019). Validation of the learning ecosystem metamodel using transformation rules. *Future Generation Computer Systems*, 91, 300-310. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.09.011>
- García-Peñalvo, F. J. (2020). Modelo de referencia para la enseñanza no presencial en universidades presenciales. *Campus Virtuales*, 9(1), 41-56. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/625>
- García-Peñalvo, F. J. (2021). Avoiding the Dark Side of Digital Transformation in Teaching. An Institutional Reference Framework for eLearning in Higher Education. *Sustainability*, 13(4), 2023. <https://doi.org/10.3390/su13042023>
- García-Peñalvo, F. J., y Corell, A. (2021). La Covid-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior? *Campus Virtuales*, 9(2), 83-98.
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., y Grande-de-Prado, M. (2021). Recommendations for Mandatory Online Assessment in Higher Education During the COVID-19 Pandemic. En D. Burgos, A. Tlil y A. Tabacco (Eds.), *Radical Solutions for Education in a Crisis Context. COVID-19 as an Opportunity for Global Learning* (pp. 85-98). Lecture Notes in Educational Technology. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7869-4_6
- García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., y Conde, M. Á. (2016). Cooperative Micro Flip Teaching. En A. Ioannou y P. Zaphiris (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies. LCT 2016. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 9753, pp. 14-24). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1_2
- García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., y Sánchez-Canales, M. (2019). Active Peer-Based Flip Teaching: An Active Methodology Based on RT-CICLO. En *Innovative Trends in Flipped Teaching and Adaptive Learning* (pp. 1-16). IGI Global. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1_2
- García-Peñalvo, F. J., y Seoane Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning: Décimo Aniversario. *Education in the knowledge society*, 16(1), 119-144. <https://doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- Gil-Fernández, R., León-Gómez, A., y Calderón-Garrido, D. (2021). Influence of COVID on the Educational Use of Social Media by Students of Teaching Degrees. *Education in the Knowledge Society*, 22. <https://doi.org/10.14201/eks.23623>
- Hansen, M. J., Vaagen, H., y van Oorschot, K. (2020). Team Collective Intelligence in Dynamically Complex Projects—A Shipbuilding Case. *Project Management Journal*, 51(6), 633-655. <https://doi.org/10.1177/8756972820928695>
- Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C. A., y Morales-Menendez, R.

- (2020). Engineering education for smart 4.0 technology: a review. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 14(3), 789-803. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00672-x>
- IPMA (2018). *IPMA Reference Guide ICB4 in an Agile World* (J. Hermariji (ed.); Version 2.3). International Project Management Association. <https://www.pma.at/files/downloads/577/ipma-icb4-in-agileworld-v23.pdf>
- Kinalski, D. D. F., Paula, C. C. de, Padoin, S. M. de M., Neves, E. T., Kleinubing, R. E., y Cortes, L. F. (2017). Focus group on qualitative research: experience report. *Revista brasileira de enfermagem*, 70(2), 424-429. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0091>
- Kipper, L. M., Iepsen, S., Dal Forno, A. J., Frozza, R., Furstenu, L., Agnes, J., y Cossul, D. (2021). Scientific mapping to identify competencies required by industry 4.0. *Technology in Society*, 64, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101454>
- Knopik, T., y Oszwa, U. (2021). E-cooperative problem solving as a strategy for learning mathematics during the COVID-19 pandemic. *Education in the Knowledge Society*, 22. <https://doi.org/10.14201/eks.25176>
- LibQual (2021). 2020 LibQUAL+® Survey Highlights. http://www.libqual.org/documents/libqual/publications/2020%20Highlights_v1.pdf
- López, H. A., Ponce, P., Molina, A., y Ramírez-Montoya, M. S. Lopez-Caudana, E. (2021). Design Framework Based on TEC21 Educational Model and Education 4.0 Implemented in a Capstone Project: A Case Study of an Electric Vehicle Suspension System. *Sustainability*, 13(11), Article 5768. <https://doi.org/10.3390/sui13115768>
- Low, M. C., Lee, C. K., Sidhu, M. S., Lim, S. P., Hasan, Z., y Lim, S. C. (2021). Blended Learning to Enhanced Engineering Education using Flipped Classroom Approach: An Overview. *Electronic Journal of Computer Science and Information Technology*, 7(1), 2021. <https://doi.org/10.52650/ejsit.v7i1.111>
- Masadeh, M. A. (2012). Focus Group: Reviews and Practices. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(10), 63-68.
- McKnight, W. (2014). Agile Practices for Information Management. En *Strategies for Gaining a Competitive Advantage with Data* (pp. 168-178). Information Management. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408056-0.00016-3>
- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A., Bustamante-Bello, M. R., Rosas-Fernández, J. B., y Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- Miranda, J., Ramírez-Montoya, M. S., y Molina, A. (2021). Education 4.0 Reference Framework for the Design of Teaching-Learning Systems: Two Case Studies Involving Collaborative Networks and Open Innovation. En *Smart and Sustainable Collaborative Networks 4.0*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_65
- Murphy, M. P. A. (2020). COVID-19 and emergency eLearning: Consequences of the securitization of higher education for post-pandemic pedagogy. *Contemporary Security Policy*, 41(3), 492-505. <https://doi.org/10.1080/13523260.2020.1761749>
- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(96\)81509-3](https://doi.org/10.1016/0024-6301(96)81509-3)

- Parbie, S. K., Phuti, R., y Barfi, K. A. (2021). Users' perception of Library Facilities: Evidence from the University of Cape Coast. *Library Philosophy and Practice (e-journal)*, 4874. <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/4874>
- Pérez-Romero, P., Rivera Zárate, I., y Bolaños, M. H. (2019). La Educación 4.0 de Forma Simple. *Debates en Evaluación y Currículo/Congreso Internacional de Educación: Currículo 2019 /Año 5*, No. 5.
- Prieto, A., Barbarroja, J., Álvarez, S., y Corell, A. (2021). Eficacia del modelo de aula invertida (flipped classroom) en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias. *Revista de Educación*, 391, 143-170. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-391-476>
- Rahmadani, Herman, T., Dareng, S. Y., y Bakri, Z. (2020). Education for industry revolution 4.0: using flipped classroom in mathematics learning as alternative. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 032038. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032038>
- Rocha, Á. (2012). Framework for a global quality evaluation of a website. *Online Information Review*, 36(3), 374-382. <https://doi.org/10.1108/14684521211241404>
- Roig, C. (2017). Industria 4.0: la cuarta (re) evolución industrial. *Harvard Deusto business review*, 266, 64-70.
- Santana, A. L. M. I., y De Deus Lopes, R. (2020). Active Learning Methodologies and Industry 4.0 skills development-A Systematic Review of the Literature. *Proceedings of the 15th Latin American Conference on Learning Technologies, LACLO 2020*. <https://doi.org/10.1109/LACLO50806.2020.9381161>
- Sarango, P., Mena, J. J., y Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Evidence-based educational innovation model in the framework of Education 4.0: promoting digital information competencies for teachers. *Sustainability*, 13(18), Article 10034. <https://doi.org/10.3390/su131810034>
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Penguin Random House Grupo Editorial. [http://40.70.207.114/documentosV2/Lacuartarevolucionindustrial-KlausSchwab\(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/Lacuartarevolucionindustrial-KlausSchwab(1).pdf)
- Scott, D., Duda, B., y Stevens, R. (2020). *2020 LibQUAL survey report*.
- Sedlmayer, M. (2015). Individual Competence Baseline for Project Management. En *International Project Management Association*.
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., y García-Peñalvo, F. J. (2015). Metodología de enseñanza inversa apoyada en b-learning y gestión del conocimiento. *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015. Madrid*. <http://138.4.83.138/congreso/cinaic/sic/>
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., y García-Peñalvo, F. J. (2016). Students' Knowledge Sharing to Improve Learning in Academic Engineering Courses. *International Journal of Engineering Education*, 32(2B), 1024-1035.
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., García-Peñalvo, F. J., y Fonseca, D. (2021). Impact of Transparency in the Teamwork Development through Cloud Computing. *Applied Sciences*, 11(9), Article 3887. <https://doi.org/10.3390/app11093887>
- Smallhorn, M. (2017). The flipped classroom: A learning model to increase student engagement not academic achievement. *Student Success*, 8(2), 43-53. <https://doi.org/10.5204/ssj.v8i2.381>
- Tenorio-Sepúlveda, G. C., Muñoz-Ortiz, K. P., Nova-Nova, C. A., y Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Diagnostic instrument of the level of competencies in Cloud Computing for teachers in Education 4.0.

- En *Smart and Sustainable Collaborative Networks 4.0*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_62
- Van Lente, E., y Hogan, M. J. (2020). Understanding the Nature of Oneness Experience in Meditators Using Collective Intelligence Methods. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02092>
- Vodovozov, V., Raud, Z., y Petlenkov, E. (2021). Challenges of active learning in a view of integrated engineering education. *Education Sciences*, 11(2), 1-14. <https://doi.org/10.3390/educsci11020043>
- Wasilah, Nugroho, L. E., Santosa, P. I., y Sorour, S. E. (2021). Study on the influencing factors of the flexibility of university IT management in Education 4.0. *International Journal of Innovation and Learning*, 30(2), 132-153. <https://doi.org/10.1504/IJIL.2021.117219>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021


Fecha de aceptación del artículo: 21/02/2022


Fecha de aprobación para maquetación: 11/03/2022

The Aesthetics of OER, Deaf Pedagogy, and Curriculum Design Contra the “Wicked” Policy of Deaf Education

REAs, pedagogía para sordos y diseño curricular contra la “malvada” política de la educación para sordos



 Joanne Weber - *University of Alberta (Canada)*

 Michael Skyer - *Rochester Institute of Technology (USA)*

ABSTRACT

Designing inclusive education for deaf learners is a complex dilemma affecting multiple spheres and agents. In the US and Canada, despite considerable work by students, parents, educators, school administrators, curriculum developers, and lawmakers to address education policy about deaf bilingual literacy, the provision of deaf education is a wicked problem exacerbated by gaps in curriculum and pedagogy. Despite increasingly hypermodern technologies and mandated early assessment, most deaf high schoolers in North America have unsatisfactory literacy skills (Qi & Mitchell, 2012). To better manage this “wicked problem” involving policy, pedagogical methods, and curriculum design, we explore how aesthetic forms of knowledge and deaf positive design operations are used in conjunction with Open Educational Resources (OER). We reviewed the literature and constructed a novel framework about OER and e-books in deaf education. The synthesis generated three key takeaways that assisted our understanding of the complex issue. We presented our new framework alongside structured questions to 382 attendees hailing from 20 nations at the WUN/UNESCO Conference (2021, October), focused on inclusive and open access education technologies. We empirically analyzed this rich corpus using qualitative coding and represented our findings using a multipart Ecocycle Model. Following basic analysis, we describe four broader implications for deaf education research about teaching and curriculum using OER and e-book materials. Our analysis shows that deaf curriculum design is an educational problem embedded in a larger policy debate concerning methods and philosophies of pedagogy.

Keywords: deaf pedagogy; deaf curriculum; deaf multimodality; deaf aesthetics; language deprivation; open educational resources.

RESUMEN

Diseñar una educación inclusiva para estudiantes sordos es un dilema complejo que afecta a múltiples esferas y agentes. En los EE.UU. y Canadá, a pesar del esfuerzo considerable de estudiantes, padres, educadores, administradores escolares, desarrolladores de planes de estudios y legisladores para abordar la política educativa sobre alfabetización bilingüe para sordos, esta educación es un problema perverso exacerbado por brechas en currículo y pedagogía. A pesar de tener tecnologías hipermodernas y una evaluación temprana obligatoria, la mayoría de los estudiantes sordos de secundaria en América del Norte tienen habilidades de alfabetización insatisfactorias (Qi & Mitchell, 2012). Para gestionar mejor este “problema perverso”, exploramos cómo utilizar las formas estéticas de conocimiento y el diseño enfocado a personas sordas junto con los Recursos Educativos Abiertos (REA). Revisamos la literatura y construimos un marco novedoso sobre REA y libros electrónicos sobre educación para sordos, obteniendo tres conclusiones clave. Presentamos nuestro nuevo marco con preguntas estructuradas a 382 asistentes de 20 países en la Conferencia WUN/UNESCO (octubre de 2021). Analizamos empíricamente este corpus mediante codificación cualitativa y mostramos nuestros hallazgos usando un Modelo de Ecociclo de varias partes. Tras un análisis básico, describimos cuatro implicaciones para la investigación en educación de sordos sobre la enseñanza y el currículo usando REA y materiales de libros electrónicos. Nuestro análisis muestra que el diseño del currículo para sordos es un problema educativo incrustado en un debate político más amplio sobre métodos y filosofías de la pedagogía.

Palabras clave: pedagogía para sordos; currículo para sordos; multimodalidad para sordos; estética para sordos; privación del lenguaje; recursos educativos abiertos.

INTRODUCTION TO WICKED PROBLEMS AND AESTHETICS IN DEAF EDUCATION

Inclusive policy in deaf education is a pervasive, complex dilemma that affects multiple spheres and agents (Kusters et al., 2015). Generally, *wicked problems* describe thorny policy issues with unwieldy inputs and uncertain results that remain problematic for long time periods despite gargantuan efforts toward resolution. Wicked problems are “open-ended, highly interdependent issues that cross agency, stakeholder, jurisdictional, and geopolitical boundaries” (Sydelko et al., 2021, p. 250). They are durable problems that lack “definitive solutions[s]” (Rittel & Webber, 1973, p. 163).

In the US and Canada, wicked problems exist in deaf education despite considerable work by students, parents, educators, school administrators, curriculum developers, and lawmakers (see Snoddon & Paul, 2020). Education policy about deaf bilingual literacy is a wicked problem exacerbated by gaps in curriculum and pedagogy. Despite increasingly hypermodern technologies and mandated early assessment, most deaf high schoolers in North America have unsatisfactory literacy skills (Qi & Mitchell, 2012). Reading and writing require an interdependence of sociocultural and educational processes that interact with familial, political, and economic domains (Garcia, 2009). Literacy is a social practice that begins outside the locus of schooling (Larson & Marsh, 2005) and outside of the purview of law.

Laws like the US *Individuals with Disabilities Education Act* (IDEA, 1990, P. L. 101-476) mainly affect deaf children once they enter schools. Despite enormous efforts to address the issue, a gap occurs precisely during the critical period of language development, which is the most consequential range between birth and age 5 (Hall et al., 2019), and may result in lifelong neurological damage from language deprivation (Gulati, 2019).

Once in schools, deaf students’ reading outcomes involve complex variables and multiple stakeholder groups, many of whom have different values, goals, and jurisdictions (Skyer, 2021). Underlying variables include racial, ethnic, cultural, linguistic, and socioeconomic diversity (Foster & Kinuthia, 2003; Skyer 2021). While early and consistent sign access is the most robust predictor of reading attainment (Scott & Henner, 2021), far too few deaf students have full access to teaching and curriculum in sign languages (Karipi & Kourbetis, 2021).

Regardless of placement, few deaf students have specialist literacy teachers and authentic bilingual pedagogy, and fewer still have access to deaf-centric curriculum (Czubek, 2021; Di Perri, 2021; Garcia, 2009). Only a minority of deaf learners have full access to bilingual sign language-based pedagogies and curricula, or deaf-positive ideologies in their schools or wider social milieu (Kennon & Patterson, 2016; Komesaroff, 2008). Deaf educational literacy policy is therefore a wicked problem characterized by inconsistent inputs, ambiguous processes, and insufficient outcomes.

Aesthetics against the wicked

Wicked challenges require nontraditional reasoning and collaborative problem-solving (Bills et al., 2020). Education policy debates are often trapped within logical positivist approaches that aim for efficient, definitive solutions to inscrutable problems (Rittel & Webber, 1973). For this reason, we set aside traditional top-down ideas and instead explored ambiguous, contingent processes; specifically, potentially ameliorative uses of *design* as a resource alongside deaf-positive pedagogical and curricular aesthetics (Raïke et al., 2014). Aesthetics is integral (not incidental) to our framework. We take direction from the pragmatists, including Cherryholmes's (1999) pragmatic educational aesthetics. Pragmatism is geared toward conceiving consequences of practical decisions that enhance beneficence or reduce harm. For Cherryholmes, knowledge/power can be used for good or ill; furthermore, aesthetics modulates how knowledge and power are constructed, used, and shared in education.

Pedagogic labor in this vein includes creating workable solutions where none exist in a bid to reduce injuries of omission (Cherryholmes, 1999). We set forth to evaluate consequences of design choices that might enhance (or detract) from educational experiences through a pragmatic approach to (deaf) education centered on aesthetic epistemologies. We began with the assumption that aesthetics and design affect deaf educational interactions, including inputs like teaching and curricular choices, intermediary processes (including emotional aspects) relative to the work of deaf students and teachers, and finally, their consequences for learning and teaching (Skyer, 2021).

Researcher positionality

We are bilingual deaf academics, fluent in American Sign Language (ASL) and English, experienced in pK-12 and higher education in Canada and the United States. We live and work in nested deaf communities at local, provincial/state, national and international levels. Our university work includes deaf and special education, teacher education, bimodal-bilingual pedagogy, arts-based research, and curriculum development. We are practicing artists. As artist-scholar-teacher-researchers, we are committed to exploring deaf aesthetics as a (often unacknowledged) form of power. We are critical pedagogy theorists and practioners who understand that Western/Northern societies are instituted on the injurious legacies of colonialism, racism, xenophobia, and ableism; furthermore, we commit to using our combined knowledge/power to combat all instances where we identify them.

Literature Review

We generated then tested a novel theoretical framework (Boote & Beile, 2005) in three stages. First, we synthesized empirical and theoretical studies about OER and ebooks in deaf education. We collected literature based on our supposition that e-book and OERs for deaf learners should have unique design-properties, including multilingualism, multimodality, and visual literacy to foster bimodal-bilingual language acquisition (Kuntze & Golos, 2021; Kuntze et al., 2014). Thereafter, we proposed our full framework to include seven relevant areas of research and three axioms (used to delimit scope) to a diverse global audience and asked for feedback using structured questions. After, we describe methods and findings that analyze the wicked problem of insufficient or partial frameworks for accessibility.

Our review analyzed seven interdependent areas of research relevant to e-books and OER. Within the larger goal of synthesizing unique principles about the situated needs of deaf bilinguals who primarily access education via sign language, visual discourse modes, and multimodality, the literature review yielded seven propositions:

1. In/accessibility exists in e-books and e-publication platforms for deaf learners (UNICEF, n.d.; Kourbetis & Gelastopoulou, 2017; VL2 Labs, 2021).
2. Bimodal bilingualism ameliorates Language Deprivation Syndrome (Cheng et al., 2019; S. Cheng et al., 2020; Gulati, 2019; Hall et al., 2019; Hall, 2020).
3. Deaf axiology amplifies the focus on aesthetic and ethical values in education (Boukouras & Kourbetis, 2014; Raïke et al., 2014; Cherryholmes, 1999).
4. Universal Designs for Learning over-promise and under-deliver for deaf learners (Hamraie, 2017; Shakespeare, 2014).
5. Levels of Digital Accessibility are a rubric for identifying inequalities (McKeown & McKeown, 2019; Mohammed, 2021).
6. Multimodality, multimedia, and New Literacy change what is considered learning (Kress, 2010; Kuntze & Golos, 2021; Skyer, 2021; Kourbetis et al., 2016; Karipi & Kourbetis, 2021; Hladík and Gůra (2012).
7. Open Education Resources are promising but underdeveloped in deaf education (Andrade et al., 2011; Hockings et al., 2012).

We concluded with three theoretical considerations or guiding axioms:

1. UDL accessibility is relevant to deaf education but lacks specificity for deaf educational uses of e-books and OER.
2. Deaf aesthetics affects deaf pedagogy, curriculum, and learning, with a net-positive influence that can be explored in e-books and OER.
3. Finally, multimodality and visuality are important for deaf learners and their teachers and positively affect OER and e-book interactions.

The specific findings from our literature review were presented at the Webinars, and, due to limitations of scope, are excluded from present study; interested parties should locate our subsequent work based on this review (e.g., Weber and Skyer, 2023, *in preparation*).

METHODOLOGY

To uncover tentative, workable designs to better manage a wicked problem, we first synthesized the literature then presented it to attendees at an international conference about digital accessibility and disability: *Open and inclusive education: WUN and UNESCO Training & research networks*. This section of the paper examines the responses of the WUN/UNESCO participants (herein, “participants”) to our two webinars about how OER might meet the situated needs of deaf bilingual-bimodal students. In all, 382 responses were gathered from attendees hailing from 20 nations. In the first webinar (October 13th, 2021), we presented our accessibility framework. In the second (October 20th, 2021), we provided samples of implementation using Pressbooks and 5HP. Accompanying the webinars were structured questions designed to elicit data about current infrastructure, attitudes, and aspirations. The questions explored current OER and those that could be developed to facilitate inclusive deaf education in multiple countries.

Participants

The first webinar had 201 participants and 181 attended the second webinar (N=382 responses). It is likely that groups overlapped, but we lack data to examine overlaps, a limitation we discuss later in this manuscript. Participants were scholars, teachers, students, educational administrators, or from non-profit sectors, representing 20 different nations. Across datasets, participants mainly worked in education (total N=330/382, or 86%). Analysis of participants by profession revealed that many are elementary or secondary classroom teachers (N=105 accounts for 27%). University students comprised another large group (N=89, or 23%).

Questions

Our questions (Appendix A demonstrates our precise wording) were intended to probe accessibility of translated material in sign language with the long view of facilitating multi-lingual language acquisition and multimodal interactions with deaf children and youth. Following the webinars, we posed questions and elicited tasks, asking participants to reflect on current problems and future needs (Barton, 2015). Some tasks consisted of arrangement/ordering. Generally, we asked them to externalize abstract principles, patterns or conceptual categories underlying decision-making (Barton, 2015).

Data Analysis and Interpretation

We used mixed methods and in addition to tabulating quantitative data, we addressed written comments using structured qualitative coding cycles: first descriptive coding and systematic coding (Saldaña, 2021; Strauss & Corbin, 1998), then magnitude coding (Saldaña, 2021). After, we explored initial themes using an Ecocycle model (Lipmanowicz & McCandless, 2013), in which interrelated qualitative and quantitative data was presented.

Coding

We first used descriptive coding to uncover basic ideas that we then re-coded to develop initial sub/themes (Saldaña, 2021). Further codebook analysis suggested meaningful patterns, so we used systematic coding, developed by Strauss and Corbin (1998), to examine these structures. This cycle identified categories like causal conditions, contextual conditions, and consequences (Strauss and Corbin, 1998). Finally, we employed magnitude coding to indicate the strength of a sub/theme within the dataset (Saldaña, 2021). The magnitude coding bridged quantitative and qualitative data. Our mixed methods data and multi-method coding is in line with our conceptual framework of *wicked problems*, where data consisted of multiple perspectives, shifting foci, and extraneous (but valuable comments) related to the posed questions. By mapping data on an ecocycle model, we moved from a focus on unwieldy problems to tentative solutions.

Ecocycle Model

To represent voluminous data, we elected to use an Ecocycle model based on the work of Lipmanowicz and McCandless (2013). This methodological maneuver is intended to facilitate clear analyses of multifaceted issues. In line with our conceptual framework, the Ecocycle defines a complex problem in a nexus of agents, policies, and networks with divergent personnel and values (Rittel & Webber, 1973). The model depicts a horizontal figure-eight shape with four main stages: Gestation, Birth, Maturity, and Creative Destruction (Lipmanowicz & McCandless, 2013). Two additional stages show stagnation, the Poverty Trap, and the Rigidity Trap.

We used this model to provide a snapshot of participant responses to our theoretical framework. In sum, the Ecocycle promotes an overall view of present systems and environments and facilitates conversations among groups of people in a quest to define problems and locate them within complex systems (Lipmanowicz and McCandless, 2013).

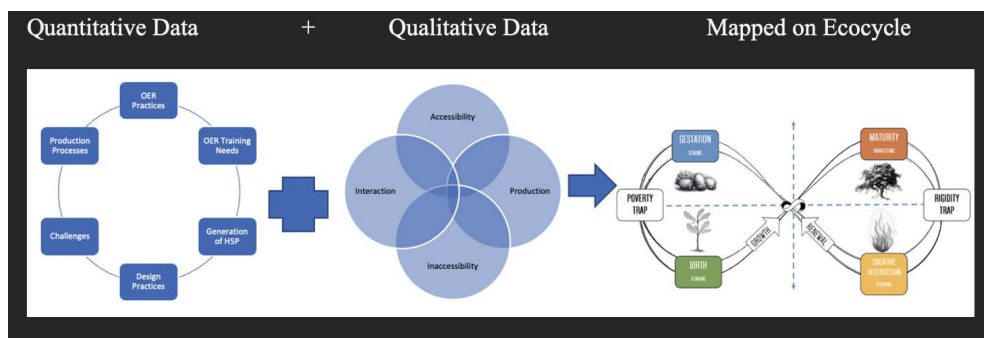
Meaning from Mixed Methods

We will report on two of the six questions between the two webinars: 1) the second question posed to the participants at the end of the first webinar. The question is divided into two parts. Part A gathers quantitative data based on the selection of items and Part B invites the participants to further expand upon the selection of items as solicited in part A, and 2) the qualitative data gleaned from the first question posed at the end of the second webinar. The data suggests that when participants are encouraged to reflect on their own experiences, they capably identify and explore problematic issues in OER e-book production and design for deaf students. While four clear summative themes emerged, it's important to note that responses were not uniform; the raw data suggests a complexity of responses according to levels of knowledge, present resources, and attitudes of diverse participants.

This novel presentation of data allows for the inclusion of inconsistencies, misunderstandings, misinterpretations of questions, varying levels of knowledge and expertise, and expressions of intentions and commitments. We believe that inclusion of that data yields a rich source attesting to the nature of wicked problems in that the data presentation veers away from measures of efficiency and straightforward solutions toward interactions in open systems and concerns with equity (Rittel & Webber, 1973). Below, Figure 1 depicts the treatment of data collected from participants of Webinars 1 and 2. This model aims to promote a different approach to wicked problems, suggesting data be represented in a nexus of agents, policies, and networks with divergent personnel and values (Rittel & Webber, 1973).

Figure 1

Wicked Problem Data Representation Model (Weber & Skyer, 2021)



In our schematic, *Accessibility* corresponds to Gestation because ideally, theoretical standards should guide their actual development. The Gestation phase involves planning, goal development and establishing mechanisms for future

actions. The data from the two questions reported in this paper primarily address the Gestation period in the ecocycle.

In Birth, we placed the *Production* of accessible digital texts; ideally, as led by teams of deaf people (researchers, teachers, designers, students). In the Poverty Trap, highlight insufficient institutional networks, organizations, mechanisms to produce accessible texts. The Maturity phase concerns the *Interaction* of good digital texts on the part of deaf and hard of hearing learners, their teachers, and families. We placed *Inaccessibility* within the Rigidity Trap because many teachers and institutions, our evidence shows, simply follow along with the status quo, using inaccessible texts because accessible ones do not exist yet.

Data Presentation - Tabulated Results of Quantitative Data

The tabulated data is first presented separately from the ecocycle but is color coded to represent points on the ecocycle. Blue represents Gestation (correlated with Accessibility theme), white represents Poverty/Rigidity Traps (correlated with Inaccessibility theme), and represents ironically the flag of surrender, green represents Birth (correlated with Production theme), and brown represents Maturity (correlated with Interaction).

Findings

Quantitative Data (from Webinar 1, Question 2 A)

The second question employs an elicitation technique, known as a construction task (Barton, 2015) which allows the participant to identify the primary challenge inherent in the design and creation of e-books for deaf students. The prompt asked the participants to select one challenge that appeared the most pressing. The participants indicated that the most significant challenge was the provision of effective inclusive and equitable access to quality OER for deaf learners (60 responses). A second significant challenge was to support policy development pertaining to the production of ebooks for deaf learners (49 responses). When asked to amplify their selection of challenges, many participants indicated that design according to UDL remained a significant challenge (16 responses).

Table 1

Quantified Responses from Webinar 1, Question 2 A Related to Plotted Points on the Ecocycle (n=201)

Gestation	
Determining visual design frameworks that support accessibility	13

Support policy development	49
Effective inclusive and equitable access to quality OER for deaf learners	60
Poverty Trap	
Foster creation of sustainability models for OER that are deaf led	25
Promotion and facilitation of international cooperation among deaf organizations, deaf leaders and deaf academics along with hearing allies	21
Promoting deaf leadership in the production of accessible digital texts	21
Software capabilities	12
Totals	201

Qualitative Data (from Webinar 1, Question 2 B; Webinar 2, Question 1)

In Question 2 B (Webinar 1), the participants were asked to provide written responses to further elaborate on current challenges in providing OER for deaf learners. In Question 1 (Webinar 2), the participants were asked to provide written responses on current practices related to design of ebooks for deaf learners. The written responses were coded in three cycles: descriptive coding, thematic coding and magnitude coding. Then the coded themes were first arranged according to the points on the ecocycle: Gestation, Poverty Trap, Birth, and Maturity. A schema of the codebook developed for each question and assigned numerical values to reflect the number of times that the themes surfaced in the written responses is provided below.

Table 2

Ecocycle (quantitative and qualitative data coded according to magnitude)

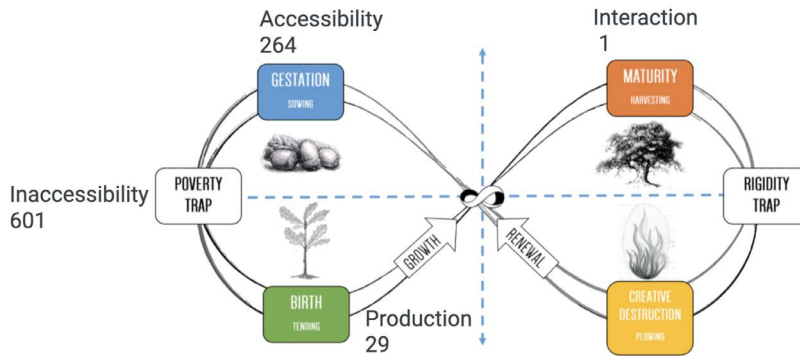
Ecocycle Stage - Gestation (Accessibility)	
2B - Webinar 1	Identification of Most Important Challenge (Written responses)
	Design using UDL 16
1 - Webinar 2	Current practices concerning design principles of ebooks for deaf learners - Quantitative coding of subthemes
	Beginning Initiatives 6
	Expression of Interest 17
	Sign Language Resources 14
	Teacher Training 1
	Technology Infrastructure 1
	Technology resources 26

	New Design Frameworks	33
	Multimodal pedagogy	16
	Plurilingualism	1
	Complexity thinking	4
	Theoretical understanding of inclusion	2
	Deaf Aesthetics	5
<hr/>		
Ecocycle Stage - Poverty Trap (Inaccessibility)		
2B - Webinar 1	Identification of Most Important Challenge (Written responses)	
	Invisibility of deaf people	64
	Need for policy	49
	Networks	37
	Sustainability	34
	access to OER	33
	New Design Framework	33
	Commitment	33
	Economic Resources	26
	Teacher training	25
	Technology Infrastructure	24
	Multimodal pedagogy	16
	Nothing	13
	Oppression of deaf people	10
	Deaf Aesthetics	5
	Complexity thinking	4
	Human Resources	3
	Planning	2
	Educational attainment	2
	Dissemination	2
	Blind people	2
	Theoretical understanding of inclusion	2
	Classroom accommodations	1
1 - Webinar 2	Current practices concerning design principles of ebooks for deaf learners	
	No action taken	94
	Invisibility of Deaf People	1
	Human Resources	2

	Invisibility of Deaf People	1
	Educational attainment of deaf people	1
	Classroom accommodations	3
Ecocycle Stage - Birth (Production)		
2B - Webinar 1	Identification of Most Important Challenge (Written responses)	
Design	Design using UDL	16
1 - Webinar 2	Current practices concerning design principles of ebooks for deaf learners	
	Design using UDL	13
Ecocycle Stage - Maturity (Interaction)		
1 - Webinar 2	Current practices concerning design principles of ebooks for deaf learners	
	Placement in Inclusive Classrooms	1

Finally, the coded data was merged with quantitative data. This allows for the presentation of all data gleaned through Question 2A and 2B at the end of Webinar 2 and Question 1 posed at the end of Webinar 2. On the ecocycle model, the numerical notations represent the magnitude in which the themes of accessibility (Gestation), inaccessibility (Poverty Trap), production (Birth) and interaction (Maturity and Creative Destruction) appeared.

Figure 2
 Merged Quantitative and Qualitative (Coded) Data Related to Points on the Ecocycle



Discussion of Findings

Within the gestation phase, 33 participants in their written responses elicited in Question 1B (Seminar 1) stressed the need for new design frameworks (33), and for more technology resources (26). Additional comments included expressions of interest in working toward the production of ebooks, the importance of multimodal pedagogy (16), and deaf aesthetics (5). Some comments included a description of initiatives in support of deaf students in inclusive environments but not specific to ebooks. The challenge to the inefficacy of Universal Design Principles in meeting the needs of deaf students had many respondents remarking on the need for further theorizing on new design frameworks, multimodal pedagogy, plurilingualism, and inclusion. Overall, this gestation phase garnered strong responses (264) that affirmed the need for further reconceptualizing of design frameworks, planning, and policy development toward increasing sustainable and accessible production of ebooks for deaf learners.

Most of the numerical and coded responses (601) concerned potential poverty traps. With respect to Question 1A (Webinar 1) which asked for the identification of current OER practices, only 13 responses indicated that institutional networks, organizations, and mechanisms were in place to produce ebooks for deaf learners. In the second question, the participants identified the primary challenge as the fostering of creation of sustainability models for OER that are deaf led (25). International cooperation between deaf organizations, deaf leaders and deaf academics and hearing allies (21) along with the promotion of deaf leadership in the production of accessible digital texts were cited as secondary challenges (21). The written responses amplified

the lack of deaf leadership in their observations that deaf people were primarily invisible (64). The lack of policy (49), networks (37), sustainable models (34), access to OER (33), new design frameworks (33), commitment (33), economic resources (26), teacher training (25), and technology infrastructure (24) were enumerated as potential barriers to success production of ebooks for deaf learners. At the end of the second seminar, with respect to the first question, 94 written responses indicated that no action had been undertaken to develop design principles for deaf learners.

With respect to the Birth phase, the responses identifying current open education resource (Question 2A, Webinar 1) practices indicated that 6 participants were knowledgeable about active production efforts of accessible digital texts for deaf learners. In addition, 6 responses indicated that there were deaf led initiatives in the production of digital text and 7 responses indicated a partnership between deaf and hearing persons in the production of digital texts.

With respect to the Maturity phase, in the first webinar question (2A), thirty participants selected the item: active use of accessible digital texts as a current OER practice. The first question posed at the end of the second seminar asked the participants to provide written responses in response to the prompt: What are the current practices concerning design principles of ebooks for deaf learners within your organization, school, or institution? Placement in inclusive education classrooms was identified as a design principle.

DISCUSSION: OER and inclusion poses a wicked problem for deaf curriculum

Our literature review and novel presentation of data about deaf curriculum shows insufficient accessibility in OER and e-book design, multiple levels of understanding of presented material, differing interpretations of questions, and personal preoccupations or biases. This overriding wicked problem had four identifiable sub-themes. We describe these ideas herein, alternately analyzing data, citing the literature, describing problems, and suggesting possible resolutions. Overall, our central purpose remains: to facilitate difficult and complex conversations, involving multiple deaf and nondeaf partnerships, networks, and collaborations between deaf and nondeaf organizations, individuals, and institutions. The way we presented the data allows us to identify nodes of meaning across the four subthemes: accessibility, inaccessibility, production, and interaction pertaining to ebooks for deaf learners.

Accessibility and Inaccessibility: Rendering low incidence populations as invisible

Deaf learners, in nearly all contexts, are an extreme minority. One recent study analyzed 40 years of demographic data; it showed that in the United States deaf students are .17% of the school-aged population (Skyer, 2021). Deaf students are also

minoritized by deaf education. A critical stance raises a consequential question: *for whom are deaf education accessibility standards designed?* Overall, it appears that accessibility standards in deaf education are not designed to benefit marginalized deaf learners, but instead, to protect nondeaf institutions.

Within the coded written responses, we found that institutions or participants may conflate the situated needs of deaf learners (e.g., bimodal language), with other learning needs for other people with other disabilities (e.g., Braille). In doing so, the specific design needs of deaf students are rendered invisible. Shakespeare (2014) explains that universal disability accessibility sometimes produces irreconcilable contradictions. As an example, while blind or low vision individuals disprefer colorful or complex images, these same images may be assets for autistic or deaf students. The overapplication of UDL to OER in deaf education, may have a limited applicability and may even cause harm. Although it is clearly intended to incur positive results, our pragmatic stance shows that negative consequences remain possible.

Current accessibility standards are designed *for* but not *with* deaf end-users. Available OER and e-book technology lacks deaf-centric epistemic knowledge. To immediately increase benefits, existing software should undergo deaf-specific design audits; all new online materials for classroom-usage should also be designed specifically for deaf learners. Our literature review provides a structured rubric for this work. Designing new education resources should coincide with deaf leadership and full collaboration with deaf team members, including teachers, artists, researchers, and students, who can draw on their own embodied, biosocial experiences as deaf bimodal bilinguals (Skyer & Cochell, 2020). To aid this work, the following theories and methods should be considered. Deaf centrality (Rogers & Sutherland, 2014) denotes a positive stance in teaching and research oriented toward enhancing the unique traits of deaf agents, including (but not limited to) *abilities* using visuality, multimodality, ocularcentricity, Deaf Culture, sign languages, and bimodal bilingualism (Bauman & Murray, 2014; Skyer, 2021).

Production: Economic problems, epistemic solutions

We juxtapose quantitative and qualitative data in one theme with two parts: 1) developing sustainable curricular resources, 2) to resolve problems of scarce funding. Because of diverging values in research design and deaf education theory (Skyer, 2021), there is no current unified solution to this complex problem. However, our data suggests that deaf epistemology is a counteracting force against economic scarcity. Economic privation is a wicked, dispersed methodological problem (Rittel & Webber, 1973). A knowledge-based approach to a complex finance problem is not an obvious solution. Data from one participant clarifies the claim:

Creating these types of materials requires knowledge and cooperation from multiple sectors. It requires investment of time, effort, and money. Creating

sustainable models for deaf-led or deaf-led OER is complex in a world so focused on materialism and profitability ... inclusion of deaf people and people with all kinds of different abilities [is essential]. The support and management of organizations like UNICEF is essential.

Readers will note the following contrasts, 1) between “types of materials [that] require *knowledge*” and b) the fact that materials-development “requires [the] investment of time, effort, and *money*” (emphases added). Another participant bluntly added: “[I]nstitutions ... obey a market logic and therefore do not see the deaf user as a sustainable financial opportunity.”

We are not economists. We are ethically-minded people who find it *deeply* problematic that deaf students --*children*-- are depicted as mere investment opportunities. By interpreting this data, we see a power imbalance between deaf and nondeaf persons, and a tension between capitalist and educational ventures. Reducing educational strategy to financial cost-benefit analyses, precisely, renders this problem *wicked*. It seems prudent to use available funds wisely to maximize beneficial impacts. Data shows this can be done by privileging the self-defined needs of local communities, and triaging strategy based on potential benefits.

Data suggests that market-based solutions are both unsustainable and actively harmful. The coded data refines this potential solution: deaf epistemic forms of knowledge. One deaf respondent remarked at length about the dilemma between an economic status-quo and deaf-positive problem-solving:

Leadership is almost always held back by the environment that does not yet understand the situation, the idea [is] deeply rooted is the traditional paradigm, where it is considered that a person with a disability is practically useless, [in spite of being] professionals and trained professionals ... Promoting leadership so that the deaf can produce digital texts, not only involves technology, it implies that society [should] recognize that [any deaf person] can be a leader and not stop [their] attempts [to change the system].

This participant draws on his own deaf experiences and supports deaf epistemic knowledge and centralizes deaf educational self-determination (Cawthon & Garberoglio, 2017; O'Brien, 2017; Skyer, 2021). In this context, it's concerning that deaf students find themselves muddling through (so-called) solutions designed by nondeaf persons, where a principal criterion of value is economic, not educational. An alternate approach focuses deaf power and deaf epistemic cohesion by coordinating involvement (from local- to international-scale) between deaf students, deaf educators, and deaf social organizations, where knowledge is centered on the bounteous community-based methods of teaching and learning emanating from deaf experiential knowledge (Rogers & Sutherland, 2014; Skyer & Cochell, 2020).

Interaction: Design principles or translations as a simple solution?

Deaf-led design teams could articulate deaf epistemologies and deaf ontologies in positive ways, such through Deaf Gains in education (Bauman & Murray, 2014). While social scientists, designers, ergonomists, rehabilitation experts, architects, and policymakers have championed accessibility standards, major gaps remain about accessibility in regarding embodied knowledge of disability and deafness (Hamraie, 2017; Skyer, 2021). In the first question posed at the end of the second WUN seminar, most respondents (70/181) indicated that there were no current practices related to design principles to guide creation of e-books for deaf learners. However, within the coded data, respondents indicated practices that attempted to include deaf learners including the provision of sign language interpreters, captioning on videos, providing written transcripts and the presence of special education faculty to train teachers. Overall, the responses did not address design principles in this question. Rather, many written responses focus on the provision of translations in sign language and text. This may be cited as an influence of the UDL movement.

In 2017, the United Nations (UN) Convention on the Rights of Disabled Persons adopted UDL principles as a mandate. UNICEF (n.d.) employs UDL principles in research on Accessible Digital Textbooks with adaptive recommendations for deaf learners (Annex D, p. 72). UNICEF also emphasizes sign language translations; however, they fall short of explaining that without additional modifications, translation alone may be insufficient. Translation into sign language is a minimum first requirement for equity. To their credit, UNICEF recognizes, in part, the complex and politicized nature of translation: namely, that word-to-sign or sign-to-word equivalents may not exist. To mitigate problems, UNICEF promotes translation and sign glossaries (main concepts and provisional signs) created by bimodal and bilingual deaf signers who possess native or native-like proficiency in all modes of the local target languages. Translation is not a simple checkbox to tick. To illustrate, one might assume that sign language translations might guarantee accessibility to spoken and textual materials, but deaf epistemic knowledge suggests that this is far from the truth. Translations can mar or subvert intended messages.

As Rittel and Webber (1973) remark: “Whenever actions are effectively irreversible and whenever the half-lives of the consequences are long, every trial counts” (p. 163). For instance, many language-deprived children, upon being unable to function at the same level as their hearing peers, are often thrown into non-profit agencies and deaf communities, to provide sign language-based services at a much later stage of language acquisition long after the optimal period of language acquisition has passed. Where the primary systemic vehicles have failed, another set of wicked problems become activated as the language deprived child ages, thereby incurring problems within healthcare, social services, justice systems and advanced education and employment sectors. In this way, wicked problems far outrun the list

of available or enumerated solutions, particularly in relation to translating between languages.

Study Limitations

In reflecting on our data and methods after analysis, we have identified a few limitations that we wish to discuss. Mainly, we think the study was limited by the kinds of questions we asked and those we did not. Some questions posed did not allow for “Other” options and may have been too restrictive. If we were to repeat the study, we would include more choices of this kind to allow for customization. We regret that we did not include means to account for which participants engaged with which set of questions; we do not know if somebody who participated in webinar 1 also engaged with webinar 2. Lastly, we acknowledge that our sample was one of convenience; as such, it overrepresented nondeaf professionals and those working outside of deaf education. To account for this, we aim to repeat the study, conducted with a new sample that overrepresents deaf professionals in deaf education. Thereafter, we intend to compare the data sets.

CONCLUSIONS

By focusing on the available resources, deaf aesthetics, and the networks of institutions, multiple sectors and professionals, the nature of OER and inclusion proved itself to be a wicked problem. The WUN seminars focused on the deaf aesthetic needed to guide the creation and production of OER e-books for deaf learners. We attempted to determine the shifts in power, aesthetics, and knowledge within the present ecology of participants, institutions, available infrastructures, and practices after the participation in two WUN seminars. Wicked problems inherent in OER and inclusive education when applied to low incidence populations such as deaf students may be more easily managed through training on how to create H5P content using the deaf aesthetic as integral to accessibility for deaf students. In this sense, the creation of OER content allows for the problem to be managed in a “quixotic way,” as one of our participants wrote, recognizing that traditional hierarchies and related modes of thinking may eventually be replaced by a nexus of actors at various levels of understanding, commitment, and communication. Nevertheless, deaf curriculum design is mired in larger policy debates about methods and philosophies and pedagogies and the value of developing accessible design frameworks for deaf people.

Deaf students across the world encounter only modest variations to these same basic problems. Language deprivation, while entirely preventable, is endemic (Hecht, 2020). Beginning in the 1990’s, systemic and technological changes in health care (e.g., the erroneous assumption that cochlear implants and sign languages are incompatible), have exacerbated the language deprivation syndrome (LDS) crisis

(Hecht, 2020). Lack of knowledge about language deprivation is a contributing factor to the wicked problems in deaf education and becomes the “weak strut in the professional’s support system [that] lies at the junction where goal-formulation, problem-definition and equity issues meet” (Rittel & Webber, 1973).

We suggest that data about deaf people and those who work with them may need to be remodeled in a way that captures the complexity inherent in identifying problems and ultimately managing wicked problems as opposed to being inundated with overly simplistic solutions that are often generated from an audiocentric or phonocentric perspective.

REFERENCES

- Andrade, A., Ehlers, U.-D., Caine, A., Carneiro, R., Conole, G., Kairamo, A.-K., & Holmberg, C. (2011). *Beyond OER: Shifting focus to open educational practices*. Open Education Quality Initiative. <https://oerknowledgecloud.org/sites/oerknowledgecloud.org/files/OPAL2011.pdf>
- Barton, K. C. (2015). Elicitation Techniques: Getting People to Talk About Ideas They Don’t Usually Talk About. *Theory & Research in Social Education*, 43(2), 179-205. <https://doi.org/10.1080/00933104.2015.1034392>
- Bauman, H.-D. L., & Murray, J. J. (Eds.). (2014). *Deaf gain: Raising the stakes for human diversity*. University of Minnesota Press.
- Bills, A., Armstrong, D., & Howard, N. (2020). Scaled-up ‘safety-net’ schooling and the ‘wicked problem’ of educational exclusion in South Australia: problem or solution? *Australian Educational Researcher*, 47, p. 237-261. <https://doi.org/10.1007/s13384-019-00353-z>
- Boote, D. N., & Beile, P. (2005). Scholars Before Researchers: On the Centrality of the Dissertation Literature Review in Research Preparation. *Educational Researcher*, 34(6), 3-15. <https://doi.org/10.3102/0013189X034006003>
- Boukouras, K., & Kourbetis, V. (2014). Accessible Open Educational Resources for Students with Disabilities in Greece: They are Open to the Deaf. In C. Stephanidis & M. Antona (Eds.), *Universal Access in Human-Computer Interaction. Universal Access to Information and Knowledge* (Vol. 8514, pp. 349-357). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07440-5_32
- Cawthon, S., & Garberoglio, C. L. (Eds.). (2017). *Research in Deaf Education* (Vol. 1). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190455651.001.0001>
- Cheng, Q., Roth, A., Halgren, E., & Mayberry, R. I. (2019). Effects of Early Language Deprivation on Brain Connectivity: Language Pathways in Deaf Native and Late First-Language Learners of American Sign Language. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 320. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00320>
- Cheng, S., Deng, M., & Yang, Y. (2020). Social Support and Student Engagement Among Deaf or Hard-of-Hearing Students. *Communication Disorders Quarterly*, 152574012095063. <https://doi.org/10.1177/1525740120950638>
- Cherryholmes, C. (1999). *Reading pragmatism*. Teachers College Press.
- Czubek, T. (2021). Crossing the Divide: The Bilingual Grammar Curriculum. In C. Enns, J. Henner, & L. McQuarrie (Eds.), *Discussing bilingualism in deaf children: Essays in Honor of Robert Hoffmeister*

- (pp. 150-170). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367808686-10-12>
- Di Perri, K. (2021). The Bedrock Literacy Curriculum. In C. Enns, J. Henner, & L. McQuarrie (Eds.), *Discussing bilingualism in deaf children: Essays in Honor of Robert Hoffmeister* (pp. 132-149). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367808686-9-11>
- Foster, S., & Kinuthia, W. (2003). Deaf persons of Asian American, Hispanic American, and African American backgrounds: A study of intraindividual diversity and identity. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8(3), 271-290. <https://doi.org/10.1093/deafed/eng015>
- García, O. (2009). Education, multilingualism and translanguaging in the 21st century. In A. Mohanty, M. Panda, R. Phillipson & T. Skutnabb-Kangas (Eds.), *Multilingual Education for Social Justice: Globalising the local*. Orient Blackswan, pp. 128-145.
- Gulati, S. (2019). Language Deprivation Syndrome. In N. S. Glickman & W. C. Hall (Eds.), *Language deprivation and deaf mental health*. Routledge/Taylor & Francis Group.
- Hall, M. L., Hall, W. C., & Caselli, N. K. (2019). Deaf children need language, not (just) speech. *First Language*, 39(4), 367-395. <https://doi.org/10.1177/0142723719834102>
- Hall, M. L. (2020). The Input Matters: Assessing Cumulative Language Access in Deaf and Hard of Hearing Individuals and Populations. *Frontiers in Psychology*, 11, 1407. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01407>
- Hamraie, A. (2017). *Building access: Universal design and the politics of disability*. University of Minnesota Press. <https://doi.org/10.5749/minnesota/9781517901639.001.0001>
- Hecht, J. L. (2020). Responsibility in the Current Epidemic of Language Deprivation (1990–Present). *Maternal and Child Health Journal*, 24(11), 1319-1322. <https://doi.org/10.1007/s10995-020-02989-1>
- Hladík, P., & Gůra, T. (2012). The Hybrid Book – One Document for All in the Latest Development. In K. Miesenberger, A. Karshmer, P. Penaz, & W. Zagler (Eds.), *Computers Helping People with Special Needs* (pp. 18-24). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31522-0_3
- Hockings, C., Brett, P., & Terentjev, M. (2012). Making a difference—Inclusive learning and teaching in higher education through open educational resources. *Distance Education*, 33(2), 237-252. <https://doi.org/10.1080/01587919.2012.692066>
- Karipi, S., & Kourbetis, V. (2021). How can you talk about bilingual education of the deaf if you do not teach sign language as a first language? In C. Enns, J. Henner, & L. McQuarrie (Eds.), *Discussing bilingualism in deaf children: Essays in Honor of Robert Hoffmeister*. 113-131. <https://doi.org/10.4324/9780367808686-8-10>
- Kennon, J. L., & Patterson, M. H. (2016). What I didn't know about teaching: Stressors and burnout among deaf education teachers. *Journal of Human Services: Training, Research and Practice*, 1(2).
- Komesaroff, L. (2008). *Disabling Pedagogy: Power, Politics, and Deaf Education*. Gallaudet University Press.
- Kourbetis, V., & Gelastopoulou, M. (2017). Using ICT to develop universally designed educational materials for students with disabilities. *ICICTE 2017 Proceedings*, 12-21.
- Kourbetis, V., Boukouras, K., & Gelastopoulou, M. (2016). Multimodal Accessibility for Deaf Students Using Interactive Video, Digital Repository and Hybrid Books. In M. Antona & C. Stephanidis (Eds.), *Universal Access in Human-Computer Interaction. Users and Context Diversity* (Vol. 9739, pp. 93-

- 102). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40238-3_10
- Kress, G. R. (2010). *Multimodality: A social semiotic approach to contemporary communication*. Routledge.
- Kuntze, M., & Golos, D. (2021). Revisiting Literacy. In C. Enns, J. Henner, & L. McQuarrie (Eds.), *Discussing bilingualism in deaf children: Essays in Honor of Robert Hoffmeister* (pp. 99-112). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367808686-7-9>
- Kuntze, M., Golos, D., & Enns, C. (2014). Rethinking Literacy: Broadening Opportunities for Visual Learners. *Sign Language Studies*, 14(2), 203-224. <https://doi.org/10.1353/sls.2014.0002>
- Kusters, A., De Meulder, M., Friedner, M., & Emery, S. (2015). On 'diversity' and 'inclusion': Exploring paradigms for achieving Sign Language Peoples' rights. Max Planck Institute for the Study of Religious and Ethnic Diversity. *MMG Working paper*, 15-02. <https://www.mmg.mpg.de/61354/wp-15-02>
- Larson, J., & Marsh, J. (2005). *Making literacy real: Theories and practices for learning and teaching*. Sage.
- Lipmanowicz, H., & McCandless, K. (2013). *The surprising power of liberating structures: Simple rules to unleash a culture of innovation* (Black and white version). Liberating Structures Press.
- McKeown, C., & McKeown, J. (2019). Accessibility in Online Courses: Understanding the Deaf Learner. *TechTrends*, 63(5), 506-513. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00385-3>
- Mohammed, N. (2021). Deaf students' linguistic access in online education: The case of Trinidad. *Deafness & Education International*, 23(3), 217-233. <https://doi.org/10.1080/14643154.2021.1950989>
- O'Brien, D. (2017). Deaf-led Deaf Studies: Using Kaupapa Māori Principles to Guide the Development of Deaf Research Practices. In *Innovations in Deaf Studies (Perspectives on Deafness)* (pp. 57-76). Oxford University Press.
- Qi, S., & Mitchell, R. E. (2012). Large-Scale Academic Achievement Testing of Deaf and Hard-of-Hearing Students: Past, Present, and Future. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 17(1), 1-18. <https://doi.org/10.1093/deafed/enr028>
- Raike, A., Pylvanen, S., & Raino, P. (2014). Co-design from Divergent Thinking. In H.-D. L. Bauman & J. J. Murray (Eds.), *Deaf gain: Raising the stakes for human diversity* (pp. 402-420). University of Minnesota Press.
- Rittel, H., & Webber, M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155-169. <https://doi.org/10.1007/BF01405730>
- Rogers, K. D., & Sutherland, H. (2014). The Hidden Gain: A New Lens of Research with d/Deaf Children and Adults. In H.-D. L. Bauman & J. J. Murray (Eds.), *Deaf gain: Raising the stakes for human diversity* (pp. 269-284).
- Saldaña, J. (2021). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. Sage Publications.
- Scott, J. A., & Henner, J. (2021). Second verse, same as the first: On the use of signing systems in modern interventions for deaf and hard of hearing children in the USA. *Deafness & Education International*, 23(2), 123-141. <https://doi.org/10.1080/14643154.2020.1792071>
- Shakespeare, T. (2014). *Disability rights and wrongs revisited* (Second edition). Routledge, Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315887456>
- Skyer, M. E. (2021). *Pupil—Pedagogue: Grounded Theories about Biosocial Interactions and Axiology for Deaf Educators* [Unpublished dissertation].
- Skyer, M., & Cochell, L. (2020). Aesthetics, Culture, Power Critical Deaf Pedagogy and ASL Video-publications as Resistance-to-

- Audism in Deaf Education and Research. *Critical Education*, 11(15), 1-25.
- Snoddon, K., & Paul, J. J. (2020). Framing Sign Language as a Health Need in Canadian and International Policy. *Maternal and Child Health Journal*, 24(11), 1360-1364. <https://doi.org/10.1007/s10995-020-02974-8>
- Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2. ed., [Nachdr.]). Sage Publ.
- Sydelko, P., Midgley, G., & Espinosa, A. (2021). Designing interagency responses to wicked problems: Creating a common, cross-agency understanding. *European Journal of Operational Research*, 294(1), 250-263. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.11.045>
- UNICEF. (n.d.). *Accessible Digital Textbooks for All Initiative* [Website].
- UNICEF For Every Child. <https://www.accessibletextbooksforall.org/accessible-digital-textbooks-all-initiative>
- United States Department of Justice. (n.d.). *Information and Technical Assistance on the Americans with Disabilities Act*. <https://beta.ada.gov/>
- VL2 Labs (2021). *About VL2*. Visual Language and Visual Learning: An NSF Science of Learning Centre. <https://vl2.gallaudet.edu/about>
- Weber, J., & Skyer, M. E. (2021, October 13). *E-Book Creation—Current Considerations for Deaf and Hard of Hearing (DHH) Students* [Webinar]. Open and Inclusive Education: WUN and UNESCO Training and Research Networks. <https://www.wununesco.world/keynote1-joanne?lang=en>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 07/04/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 21/04/2022

APPENDIX A: QUESTIONS

Webinar 1

1. What open education practices are in place within your organization, school, or institution that serve the visual learning needs of deaf and hard of hearing children with respect to e-books or accessible digital texts. (Check all that apply).
 - Accessibility standards guide the use, production and dissemination of accessible digital texts for deaf and hard of hearing learners
 - Active use of accessible digital texts (e-books) by deaf and hard of hearing learners
 - Active production of accessible digital texts (e-books) for deaf and hard of hearing learners
 - Deaf led initiatives in the production of accessible digital texts (e-books)
 - Deaf and hearing led initiatives in the production of accessible digital texts (e-books)
 - Dissemination of accessible digital texts (e-books)
 - Institutional networks, organizations and mechanisms for the production of accessible digital texts (e-books)

2. A What do you consider to be the biggest challenge facing the development of e-books or accessible digital texts for the deaf and hard of hearing? (Please select only one challenge).
 - Software capabilities
 - Determining visual design frameworks that support accessibility
 - Supportive policy development
 - Effective, inclusive, and equitable access to quality OER for deaf learners
 - Foster the creation of sustainability models for OER that are deaf led
 - Promotion and facilitation of international cooperation among deaf organizations, deaf leaders and deaf academics along with hearing allies
 - Promoting deaf leadership in the production of accessible digital texts (e-books)

3. B Please expand on your answer here:

4. Please indicate in the order of importance, the necessary processes required to produce accessible digital texts (e-books) for deaf and hard of hearing learners:
 - 1 - Development of software capabilities (such as Pressbooks and other applications)
 - 2 - Establishment of local teams including deaf individuals who provide the sign language interpretations and consultation on visual pedagogy
 - 3 - Establishment of accessibility standards that specifically meet the needs of deaf learners
 - 4 - Development of local, state/provincial, national and international networks that support the development of accessible digital texts (e-books) for deaf learners

Webinar 2 Questions

Questions in Response to the Viewing of the October 20, 2021 Webinar: [The use of Open Educational Access publishing platforms to create e-books for the deaf and hard of hearing.](#)

1. What are the current practices concerning design principles of ebooks for deaf learners within your organization, school, or institution?

Open Education Resources

2. In this presentation, you were introduced to an ebook creation platform Pressbooks, and its contribution to the creation of Open Educational Resources (OER) through the support for H5P content generation. In your estimate, what is the potential for your institution or organization to create interactive H5P content that can be created, shared and reused for deaf learners. Select best answer below:
 - Not likely
 - Maybe
 - Yes
 - Definitely!




Training

3. Please indicate in the order of importance, your institution's training needs related to developing a visu-centric ebook (check all that apply).
 - Sign language learning
 - Comparative linguistics (sign language and spoken language)
 - Use of Pressbooks or a comparable e-book creation platform
 - How to establish a film studio (including technical specifications related to lighting and equipment)
 - How to add captioning to videos
 - How to work with audio and video files
 - How to work with deaf people
 - How to work with translators (signed and spoken languages)
 - Promotion of design principles and development of policy related to ebooks within the education milieu
 - How to promote bimodal bilingual language acquisition in an online environment
 - How to establish an H5P repository for use in ebooks

Impacto, dificultades y logros de la producción de recursos educativos abiertos en un curso binacional

Impact, Difficulties and Achievements of the Production of Open Educational Resources in a Binational Course



-  Cristóbal Andrés Nova-Nova- *Liceo Bicentenario Domingo Ortiz de Rozas (Chile)*
-  Gloria Concepción Tenorio-Sepúlveda - *Tecnológico Nacional de México/TES de Chalco (México)*
-  Katherine Muñoz-Ortiz - *Corporación Educacional Naguilán (Chile)*

RESUMEN

Se presenta una investigación que tuvo como objetivo analizar los resultados de un curso binacional para la producción de Recursos Educativos Abiertos (REA) en atención al desarrollo de capacidades de la Recomendación UNESCO sobre los REA. El curso fue generado a partir de la estancia internacional UNESCO/ICDE Movimiento Educativo Abierto para América Latina 2019. Se implementó en Moodle de enero a julio del 2021. El curso fue impartido en tres instituciones mexicanas y una en Chile. Participaron 81 profesionales (profesores de diversos niveles educativos e instructores). El estudio se basó en los enfoques cuantitativo y cualitativo, fue descriptivo. Se utilizó una rejilla en Excel para registrar los datos de los 51 recursos creados, un cuestionario para conocer las experiencias de los participantes en relación al impacto, dificultades y logros que conlleva la producción de REA y los reportes de seguimiento de Moodle para analizar las rutas de aprendizaje de los participantes. Los resultados muestran un predominio significativo en presentaciones realizadas en Genially y PowerPoint con licencia Creative Commons Atribución-No comercial-Sin obras derivadas, creadas por las instituciones mexicanas, así como el desarrollo de algunas competencias digitales relacionadas a la educación 4.0. Se concluye que aún falta hacer conciencia en la forma de compartir los REA para aumentar la diseminación del conocimiento y abonar a la educación abierta. Como trabajo futuro se considera que el curso puede ser implementado como un MOOC para atender de una manera más amplia el desarrollo de capacidades de la Recomendación UNESCO sobre los REA.

Palabras clave: educación abierta; formación continua; enseñanza; formación de profesores; curso de formación; medios de enseñanza.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the results of a binational course for the production of Open Educational Resources (OER) in response to the capacity building of the UNESCO Recommendation on OER. The course was generated from the international stay UNESCO/ICDE Open Educational Movement for Latin America 2019. It was implemented in Moodle from January to July 2021. The course was taught in three Mexican institutions and one in Chile. Eighty-one professionals (teachers from various educational levels and instructors) participated. The study was based on quantitative and qualitative approaches and was descriptive. An Excel grid was used to record data on the 51 resources created, a questionnaire was used to learn about the participants' experiences in relation to the impact, difficulties and achievements involved in the production of OER, and Moodle follow-up reports were used to analyze the participants' learning paths. The outcomes prove a significant predominance of presentations made in Genially and PowerPoint with Creative Commons Attribution-Noncommercial-No Derivative Works license, created by Mexican institutions, as well as the development of some digital competencies related to education 4.0. It is concluded that there is still a lack of awareness on how to share OER to increase the dissemination of knowledge and contribute to open education. As future work, it is considered that the course can be implemented as a MOOC to address in a broader way the development of capacities of the UNESCO Recommendation on OER.

Keywords: open education; lifelong learning; teaching; teacher training; training course; teaching methods.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de capacidades de la Recomendación UNESCO sobre los Recursos Educativos Abiertos (REA), abre un abanico de posibilidades para el avance de la educación abierta, sin embargo, no ha recibido una atención prioritaria que permita aprovechar los beneficios que sus pautas ofrecen. Este trabajo se enfoca en la producción de REA, abonando al desarrollo de capacidades de instituciones de Chile y México. Los REA tienen el potencial de ampliar el acceso a la educación y crear oportunidades de aprendizaje de una forma innovadora a lo largo de toda la vida (Ossiannilsson et al., 2020; Pincay Piza, 2020). Este término fue acuñado por la UNESCO en el año 2002 y, a partir de ese momento ha comenzado a ser promovido e impulsado en diferentes partes del mundo a través de los Estados Miembros, corporaciones, asociaciones, y universidades, entre otros, adquiriendo especial importancia como información o material de calidad (Sarango-Lapo et al., 2020). Los REA son:

Materiales de aprendizaje, enseñanza e investigación, en cualquier formato y medio, que residen en el dominio público o están protegidos por derechos de autor que han sido publicados bajo una licencia abierta, que permite el acceso, la reutilización, la adaptación y la redistribución sin costo alguno por parte de terceros (UNESCO, 2019, p. 22).

Las licencias abiertas más usadas a nivel mundial son Creative Commons y Open Data Commons (Ramos-Simón, 2017). Una licencia es una figura que permite comprender qué hacer y qué no se puede hacer con la obra intelectual, regulando su uso (Vercelli, 2009). Las licencias de libre acceso permiten: usar, modificar, compartir, traducir, enriquecer, bajo ciertas condiciones, preservando la autoría del creador (Gómez et al., 2019; Zapata-Ros, 2015), siendo necesario que los docentes conozcan y respeten la propiedad intelectual y aprendan a licenciar y escoger los permisos que otorgan a los recursos creados, propiciando una educación basada en el respeto y la concientización de la construcción colaborativa del conocimiento (Chiarani, 2016).

En 2019, la UNESCO emitió la Recomendación sobre los REA, la cual contempla cinco objetivos: (1) desarrollo de capacidades; (2) elaboración de políticas de apoyo; (3) acceso efectivo, inclusivo y equitativo a REA de calidad; (4) fomento de la creación de modelos de sostenibilidad para los REA; y (5) promoción y facilitación de la cooperación internacional. A partir de ahí han surgido iniciativas para alcanzar estos cinco puntos (Tlili et al., 2020), pero aún se requiere aprovechar los pasos que ofrecen para atender áreas de oportunidad que la producción de REA tiene como el incremento de su calidad a fin de mejorar aspectos como la igualdad, equidad y su tasa de reutilización (Ossiannilsson et al., 2020; Ramírez-Montoya, 2020; Vila-Viñas et al., 2015).

El estudio que se presenta gira en torno al primer objetivo: desarrollo de capacidades, en él, la UNESCO solicita a los Estados Miembros que apoyen en los planos institucional y nacional en todos los sectores y niveles educativos en materia de creación, reutilización, acceso, reconversión, adaptación y redistribución de los REA, así como en el uso y la aplicación de las licencias abiertas nacionales e internacionales. Asimismo, los alienta a proporcionar capacitación sistemática y continua como parte de los programas de formación en todos los niveles educativos, especialmente en los que están dirigidos a los educadores (UNESCO, 2019). En concordancia a la Declaración y el Marco de Acción de Incheon que señala la necesidad de promover los REA en todos los niveles educativos desde la primera infancia hasta la educación superior y a lo largo de la vida, abarcando contextos educativos formales o informales (UNESCO, 2016) y al primero objetivo de la Recomendación, se decidió realizar un curso para capacitar acerca de la producción de REA.

La producción de REA implica la posibilidad, a quienes los crean, de desarrollar competencias digitales, que no son aisladas por sí solas, sino que suponen un compendio de destrezas, habilidades y actitudes en diferentes áreas y dimensiones del conocimiento (Rodríguez-García y Martínez-Heredia, 2018), las cuales se pueden adquirir a lo largo de toda la vida (Gisbert et al., 2016). Estas habilidades relacionadas con la aplicación, uso eficaz y práctico de las tecnologías han adquirido relevancia debido a los cambios en el proceso enseñanza-aprendizaje derivados de la pandemia COVID-19, donde su uso ha permitido alcanzar objetivos no solo en el ámbito formativo sino en el personal, laboral y de ocio (Castro y Durán-Aponte, 2017; Jalil, 2018).

La producción de REA, puede contribuir a desarrollar competencias digitales inherentes a la Educación 4.0, dentro de las que se encuentran habilidades blandas como: autogestión, autoevaluación, innovación y pensamiento crítico; así como competencias digitales emergentes (Ramírez-Montoya, 2020; Sarango-Lapo et al., 2021; Tenorio Sepúlveda et al., 2021a). Otra de las competencias que implica la Educación 4.0 y que también puede ser desarrollada a través de la producción de REA es la capacidad de trabajar colaborativamente en grupos de personas ubicadas en geografías distintas, con un capital cultural e intelectual heterogéneos, pero con objetivos en común, quienes interactúan a través de medios digitales a fin de favorecer la comunicación y el aprendizaje en conjunto (Miranda et al., 2021a; 2021b).

En América Latina se están realizando esfuerzos por atender el llamado de la Recomendación sobre los REA a fin de favorecer el desarrollo de competencias, ejemplo de esto es la estancia internacional 2019 realizada por la Cátedra UNESCO/ICDE Movimiento Educativo Abierto para América Latina, en la que se generaron 14 proyectos que vinculan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda UNESCO 2030 al desarrollo educativo de los países para el crecimiento económico y social (Ramírez-Montoya, 2019). Uno de los proyectos generados fue el REA Adaptativo 10.1, objeto en este trabajo, el cual tuvo como objetivo desarrollar un curso adaptativo en línea (Producción de REA) para enseñar a crear REA a profesores

de diferentes niveles académicos en instituciones formales de Chile y México con la finalidad de promover el Movimiento Educativo Abierto, alineándose al ODS 10: Reducción de las desigualdades y al ODS 4: Educación de calidad.

El curso se implementó en lenguaje español a fin de contribuir a la educación abierta en Latinoamérica. Se diseñó en formato adaptativo para intentar mejorar el aprendizaje a través de metodologías de personalización y disminuir, por un lado, los problemas de los alumnos a quienes les cuesta trabajo comprender los temas y sienten frustración al no obtener los resultados esperados, y por otro, los retos presentados por quienes conocen los tópicos y terminan aburriéndose o perdiendo interés en el curso (Sein-Echaluce Lacleta et al., 2016; Tenorio-Sepúlveda et al., 2018). Para la adaptatividad se utilizan sistemas de gestión de aprendizaje (LMS), los que posibilitan la construcción de cursos individualizados y adaptados a los usuarios en cuanto a la interfaz, grupos, gestión y retroalimentación (Cruz-Garzón, 2017; García-Peñalvo y Pardo, 2015; González et al., 2017; Salazar et al., 2017).

Este artículo contempla la presentación de la metodología, diseño, pilotaje e implementación del curso Producción de REA, se exponen los resultados a través de un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). El curso se implementó de enero a julio de 2021 en tres instituciones en México: Instituto Tamaulipeco de Capacitación para el Empleo (ITACE), Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco (TESCHA) e Instituto de Capacitación para los Trabajadores del Estado de Baja California Sur (ICATEBCS); así como en el Colegio Paulo Freire (CPF) en Chile. Participaron 81 profesionales en total.

METODOLOGÍA

La planeación inicial del curso Producción de REA se realizó a través de un Roadmap generado en la estancia internacional UNESCO/ICDE Movimiento Educativo Abierto para América Latina 2019 (León et al., 2019), posteriormente se desarrolló el diseño instruccional que consta de cuatro bloques: (a) Movimiento Educativo Abierto para América Latina, (b) Los REA, (c) Creación de contenidos en la era digital, y (d) Producción del REA. También se diseñó la adaptatividad del curso implementada a través de actividades condicionantes y se realizó la evaluación del diseño del curso a través de una lista de cotejo (CETA, s. f.) lo que dio como resultado una primera versión descrita en Tenorio-Sepúlveda et al. (2021b).

El curso que se desarrolló fue adaptativo. A diferencia de los cursos estandarizados se implementó cierto grado de personalización respecto a la presentación del contenido, con la finalidad de tomar en cuenta las competencias previas de los participantes en la producción de REA. La adaptatividad se determinó a través de un examen diagnóstico, donde se identificaba si los participantes poseían conocimientos relacionados al Movimiento Educativo Abierto para América Latina y teoría relacionada a los REA. En caso de que los participantes tuvieran estos conocimientos previos, ya no era necesario que revisaran de manera obligatoria

los materiales de los dos primeros temas, podían directamente desarrollar el REA (producto de aprendizaje del curso). Por el contrario, si previo al curso desconocían los temas, les aparecían paulatinamente todos los contenidos.

La implementación del curso se realizó de enero a julio de 2021. Como LSM se utilizó Moodle en su versión 3.9.2. Primero se realizó una prueba piloto con cinco profesores participantes del CPF y seis del ITACE, esto permitió determinar áreas de oportunidad del curso, dando como resultado la reducción de los recursos que aparecía en los dos primeros bloques (Movimiento Educativo Abierto para América Latina y Los REA). Después de la prueba piloto se llevó a cabo la primera edición del curso donde participaron 25 profesores del ITACE, esto contribuyó a que se mejorará por segunda vez el contenido del curso, resaltando que se cambió la forma en la que se mostraba el contenido del tema Los REA por una presentación interactiva en Genially en lugar de que los materiales aparecieran de manera lineal.

En una segunda edición del curso participaron 31 profesores del TESCHA y seis instructores del ICATEBCS, además de las observaciones recibidas a través de la encuesta final donde los participantes externaron su punto de vista respecto al curso, se obtuvo la evaluación por parte de una experta en diseño instruccional y con ello se realizaron las adecuaciones finales para la tercera edición. Cambiaron el tipo y color de la fuente, así como la redacción de instrucciones para la realización del REA. La distribución por institución y país de los 81 participantes (todas las ediciones) se muestra en la Tabla 1, donde se destaca que el 53% son mujeres, mientras que el 47% hombres. Respecto a su procedencia 85% fueron de México y 15% de Chile.

Tabla 1
Participantes del curso Producción de REA

	México			Chile	Total
	ITACE	TESCHA	ICATEBCS	CPF	
Hombres	17	18	2	1	38
Mujeres	14	13	5	11	43
Total	31	31	7	12	81

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis cuantitativo se utilizó una rejilla diseñada en Excel, además de los reportes generados por Moodle. En la rejilla se registraron los datos de los REA: título, nivel educativo al que está dirigido, institución que lo desarrolló, integrantes que lo crearon, formato y área o disciplina. A partir de los reportes de Moodle se obtuvieron calificaciones de los participantes, datos demográficos y se dio seguimiento a la adaptatividad. El análisis cualitativo se realizó con base en las experiencias compartidas por los participantes al finalizar el curso.

Se realizó un estudio descriptivo con enfoque mixto debido a que los estudios mixtos son considerados no solo como la suma de datos cuantitativos y cualitativos sino una amalgama de datos en un mismo diseño con más posibilidades de estudios complejos (Ramírez-Montoya y Lugo-Ocando, 2020), además permite ampliar y reforzar las conclusiones, contribuyendo a la literatura publicada (Schoonenboom y Johnson, 2017). En el siguiente apartado se presentan los principales resultados.

RESULTADOS

La presentación de resultados se hace atendiendo a su naturaleza. En primer lugar, se exponen aquellos de carácter cuantitativo y, con posterioridad, los de tipo cualitativo.

Análisis cuantitativo

Al finalizar las tres ediciones del curso se contabilizaron 51 nuevos REA, de los cuales 48 se crearon en instituciones mexicanas y 3 en Chile (Tabla 2).

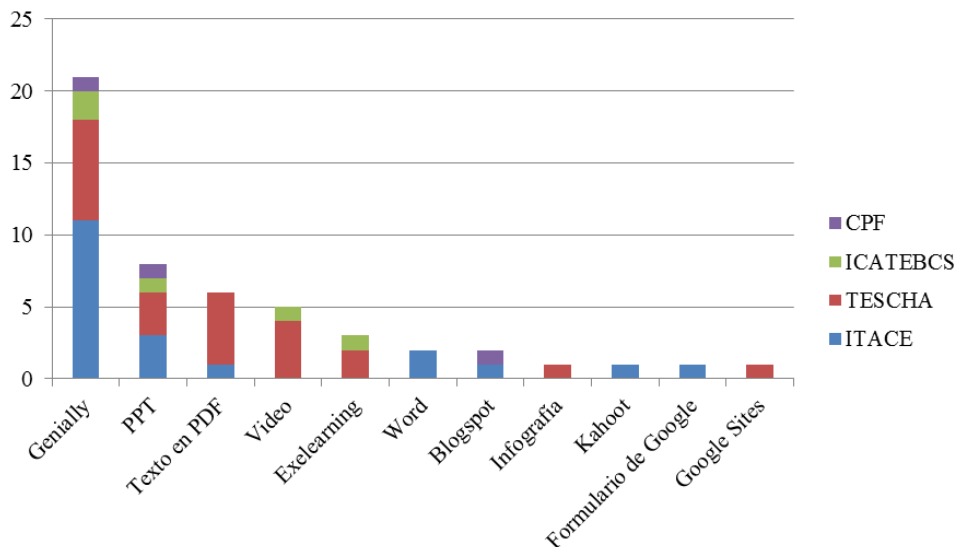
Tabla 2
REA creados en el curso Producción de REA

	Prueba Piloto	1a Edición	2a. Edición		3a. Edición	Total
		ITACE	TESCHA	ICATEBCS	CPF	
México	4	16	23	4	1	48
Chile	1	-	-	-	2	3
Total	5	16	27		3	51

Fuente: Elaboración propia.

Se generaron 11 tipos diferentes de REA (Figura 1). La presentación de información y datos por medio de la herramienta online Genially fue la más utilizada por los participantes, con un total de 21 recursos, equivalente al 41%. Seguidos de las presentaciones en Microsoft Power Point que equivalen al 15% de los recursos desarrollados. Los archivos en formato pdf, video, Exelearning, Word y blogs fueron utilizados en menor medida. Finalmente, de manera más reducida y con idéntico porcentaje (2%) se realizaron infografías, Kahoot, formularios de Google y páginas en Google sites.

Figura 1
Tipos de REA creados en el curso

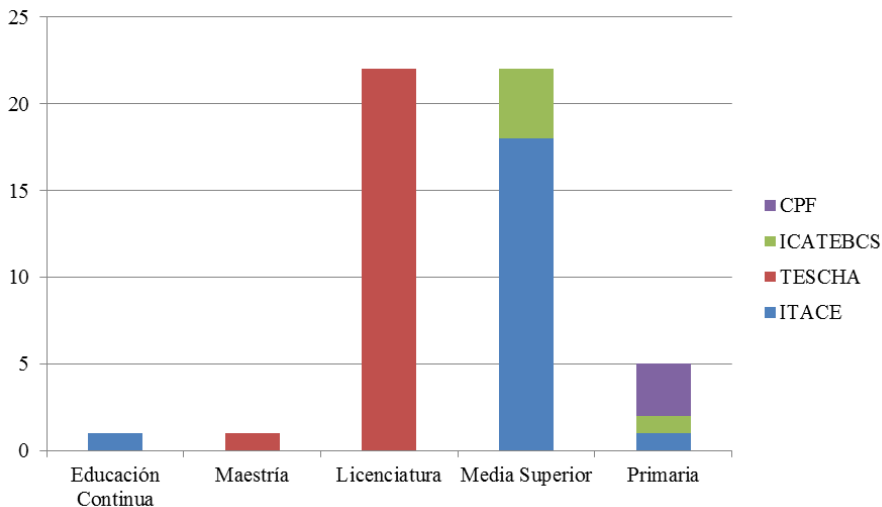


Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al nivel educativo para el que fueron creados los REA (Figura 2), licenciatura y educación media superior cubren el 86%, seguidos de educación primaria con 10%. El resto, corresponde a educación continua y maestría con un 2% cada uno. El TESCHA destaca con un total de 23 REA, de los cuales, el 96% corresponde a educación superior y el restante a maestría.

Figura 2

Nivel educativo al que están dirigidos los REA creados en el curso



Fuente: Elaboración propia.

Las disciplinas a las que pertenecen estos nuevos REA (Tabla 3) se resumen en: Humanidades (35%), STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) (57%) y Ciencias Sociales (8%). ITACE, es la única institución que tiene REA en las tres disciplinas: 11 en humanidades, seis en STEM y tres en Ciencias Sociales. Los docentes del TESCHA desarrollaron la totalidad de sus REA para STEM. El ICATEBCS tiene cuatro REA en humanidades y uno en STEM. Finalmente, el CPF creó 3 REA para Humanidades.

Tabla 3

Disciplina de los REA generados en el curso Producción de REA

	ITACE	TESCHA	ICATEBCS	CPF	Total
Humanidades	11	-	4	3	18
STEM	6	23	-	-	29
Ciencias Sociales	3	-	1	-	4
Total	20	23	5	3	51

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las licencias Creative Commons (Tabla 4) destaca el uso de la Atribución-No comercial-Sin obras derivadas en el 41%, después Atribución con el 29%. La institución con mayor apertura en sus REA es el ITACE al contabilizar 11 recursos con Atribución, por el contrario, los profesores del TESCHA asignaron Atribución- No comercial- sin obras derivadas al 65% de sus REA.

Tabla 4
Tipos de licencia de los REA

	Atribución	Atribución- Compartir igual	Atribución- Sin obras derivadas	Atribución- No comercial	Atribución- No comercial- compartir igual	Atribución- No comercial- sin obras derivadas	Total
TESCHA	2	2	-	1	3	15	23
ITACE	11	-	2	-	4	3	20
ICATEBCS	1	1	-	1	1	1	5
CPF	1	-	-	-	-	2	3
Total	15	3	2	2	8	21	51

Fuente: Elaboración propia.

Por último, respecto a los resultados de la adaptatividad del curso, 8 participantes accedieron al tercer módulo de manera directa después de la evaluación diagnóstica, es decir, tenían conocimientos previos sobre los temas del curso. Cuatro eran del ITACE y cuatro del TESCHA.

Análisis cualitativo

Al finalizar el curso, se solicitó a los participantes exponer sus reflexiones en tres vertientes relacionadas al REA que desarrollaron. La primera respecto al impacto que contemplaron al utilizarlo, la segunda en torno a las dificultades para su uso o implementación y la tercera contempló los posibles logros en términos de aprendizaje de los usuarios del REA. Se obtuvieron 46 respuestas: 22 del TESCHA, 19 del ITACE, 3 del ICATEBCS y 2 del CPF. Para la reflexión se extrajeron los principales hallazgos según los asertos más relevantes. El proceso de identificación de los participantes se presenta con el acrónimo de las instituciones, acompañadas de un número consecutivo asignado por el orden alfabético de su nombre.

Impacto de los REA

En la primera vertiente, se observa que la totalidad de los participantes señalan que, los nuevos REA tendrán un impacto positivo en las personas que los usen [*será positivo para los estudiantes y las personas interesadas en el tema, por tres razones: la primera, por la accesibilidad del recurso al tener características de abierto, ya que se encuentra disponible para el trabajo colaborativo con otros estudiantes; en segundo lugar, desde el punto de vista metodológico tiene un potencial para el trabajo del docente con los estudiantes para el uso de métodos activos, favoreciendo la creatividad, el pensamiento crítico y consecuentemente el logro de aprendizajes significativos. La tercera, es la contribución que se tiene en el desarrollo de competencias tecnológicas digitales en docentes y estudiantes, ITACE_14*]. [Con el recurso educativo abierto presentado se visualiza un impacto positivo en la formación de estudiantes de ingeniería que en muchas ocasiones tienen su primer acercamiento con los fenómenos eléctricos para que con ayuda de este recurso sea más sencillo asimilar y entender los conceptos de las magnitudes básicas de la electricidad, así como la ley más sencilla e importante en esta área TESCHA_09]. Asimismo, hay otros profesionales que ponen hincapié en el trabajo en línea, debido a la pandemia por COVID-19 y la importancia de crear los propios materiales para impactar de forma positiva en los estudiantes [*He impartido muchas veces la materia y ahorita que estamos trabajando en línea debido a la pandemia he notado que el uso de videos desarrollados y creados por los propios docentes son más significativos para los estudiantes ya que cuando explicamos un tema o realizamos una práctica estos son más entendibles y el hecho de que sea un video les permite repetirlo un sinnúmero de veces hasta entender el tema o el ejercicio, TESCHA_16*].

Dificultades en el uso de los REA

En la segunda vertiente, el 65% de los participantes señalan que una de las dificultades presentadas por los REA, corresponde a los problemas en el acceso a Internet por parte de los estudiantes [*una de las limitantes que pudimos darnos cuenta al producir nuestro propio REA es el contexto socioeconómico de nuestra área de trabajo ya que muchos de los alumnos no cuentan con alguno de los dispositivos inteligentes que les brinde la accesibilidad a estos REA, ya que un punto importante tanto para la producción y visualización del recurso es la conectividad (Internet), ITACE_02*]. Otros participantes (22%) refieren que una de las dificultades son las competencias TIC por parte de los estudiantes [*otra dificultad está asociada al acceso al blog y competencias TIC por parte de los estudiantes, ICATEBCS_01*]. [*Esto puede darse, si hay una resistencia al uso de las TIC, o una falta de competencias en su manejo, ITACE_14*]. Por otra parte, otros participantes (11%) señalan que las dificultades serían mínimas debido al tipo de

REA [La pretensión de este recurso es únicamente servir de apoyo al docente que lo elija, dada la sencillez de su diseño y sus imágenes coloridas, se espera captar la atención del estudiante, las dificultades que pudieran presentarse serían mínimas, debido al nivel básico de la información que incluye, CPF_01]. [Las dificultades que pudieran tener, es en el caso de los que son principiantes en ese saber, y deseen contar con toda la temática para comprender el tema. Sin embargo, el material está orientado bajo un lenguaje lo más claro y sencillo posible, de tal forma, que permita su comprensión, independientemente del nivel del estudiante, TESCHA_11].

Logros en el uso de los REA

En la tercera vertiente, el 83% de los participantes expresaron los logros que proyectaban en el uso de los REA de acuerdo a las disciplinas para las que diseñaron sus REA. Externaron comentarios como: [Con el REA los jóvenes tendrán acceso a información y explicación de los diversos temas que serán de apoyo para un aprendizaje significativo, así mismo tendrán acceso a links que les ayudarán a comprender los temas, sin necesidad de estar generando búsquedas innecesarias, ITACE, 05]. [Lo visualizo como una buena herramienta para la memorización de los elementos químicos y motivar a los estudiantes CPF_01]. [El REA invita a poner en práctica conceptos fundamentales del álgebra, ITACE_01]. También hay participantes (13%) que ponen hincapié en lograr el desarrollo de habilidades para el siglo XXI, teniendo como foco central la formación integral de los estudiantes: [Los logros que el estudiante podrá alcanzar son: 1. El desarrollo del pensamiento crítico 2. Competencias creativas. 3. Habilidades de resolución de problemas de cualquier índole. 4. Capacidad de transferir conocimientos a nuevas situaciones. 5. Lógica matemática para programar. 6. Lógica algorítmica, TESCHA_18]. [Uno de los logros que puede adquirir al estudiarla es que llegará a ver al mundo de una manera diferente, de analizar su realidad y que tal vez no sea la misma realidad que ven las personas que le rodean, pero que aprenda a tolerar las ideas diferentes a las suyas ITACE_06]. En un porcentaje menor, está la difusión de los REA para docentes [... por otro lado esta herramienta ayuda a los profesores a compartir su conocimiento y ampliar el aprendizaje de los alumnos, ITACE_09]. [El logro educativo que se pretende alcanzar con el REA es enmarcar una situación de cambios, cambios en los usuarios de la formación, cambios en los entornos o escenarios de aprendizaje para los estudiantes, cambios en los modelos y concepciones de la asignatura, TESCHA_07].

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta investigación fue planteada con el fin de aportar a la educación abierta a través de la atención al desarrollo de capacidades de la Recomendación UNESCO sobre los REA. En relación con los hallazgos arrojados por el estudio, en su mayoría,

los docentes participantes son mujeres (53%), provenientes de centros educativos mexicanos (85%) y crearon REA para estudiantes de licenciatura y educación media superior (86%). Los tipos de REA son variados. Destaca la supremacía de herramientas tecnológicas de presentaciones como Genially y PowerPoint (57%) en distintas disciplinas como STEM y humanidades (92%). El uso predominante de PowerPoint coincide con los resultados del curso de capacitación a docentes en el diseño de REA en entornos virtuales realizado por Castro y Durán-Aponte (2017). Los docentes crean REA asociados a su especialidad educativa y utilizan de manera preferente herramientas que permiten hacer atractivo el contenido.

Es necesario promover los beneficios que la educación abierta ofrece a través de la adaptación de REA en diferentes contextos, en pro de la calidad educativa y disminución de desigualdades. De los 51 REA generados en el curso, 41 se compartieron con la licencia Atribución-No Comercial-Sin obras derivadas, una de las licencias Creative Commons con menos libertades públicas. Las licencias de libre acceso permiten; usar, modificar, compartir, traducir, enriquecer, bajo ciertas condiciones, preservando la autoría del creador (Gómez et al., 2019; Zapata-Ros, 2015). A pesar de que existen licencias que permiten modificar y mejorar los REA una vez que se publican, predomina el uso de licencias que solo permiten utilizar las obras sin derivación, menguando el avance de la educación abierta.

Las personas que producen REA desarrollan diversas habilidades digitales, sin embargo, esto no es suficiente para lograr los objetivos educativos de los REA, se requiere que quienes los utilizan tengan las habilidades necesarias para extraer su potencial. Los participantes manifestaron que consideraban como dificultad de implementación el contexto de los estudiantes en relación al nivel de dominio de las TIC, aunque al utilizarlos puedan adquirir aprendizaje significativo y el desarrollo de nuevas habilidades. Esto coincide con lo expuesto por Villarreal-Villa et al. (2019), quienes manifiestan que se deben desarrollar las competencias digitales docentes para que los REA sean implementados con éxito. El curso implementado impacta no solo al desarrollo de competencias de los participantes, sino también aportará al desarrollo de otras habilidades en los estudiantes de los diferentes contextos donde se implementarán los REA generados, lo que abona a la diseminación del conocimiento.

La adaptatividad en la presentación de contenidos, permite atender las necesidades particulares de aprendizaje de un mayor número de participantes, haciendo más inclusiva la práctica educativa. El 90,13% de los participantes no tenían desarrolladas las competencias previas o el conocimiento teórico en la producción de Recursos Educativos Abiertos, tuvieron que realizar el curso en la totalidad, sin embargo, el 9,87% ya las tenía desarrolladas y eso le permitió acceder directamente a la parte práctica del curso. La adaptatividad es un aspecto relevante que permite a los participantes avanzar a su propio ritmo y sin horarios rígidos, reciben actividades acordes a su forma de percibir la información (Cruz-Garzón, 2017). La adaptatividad

como parte de la personalización del aprendizaje permite utilizar conocimientos previos para eficientar el tiempo invertido en la capacitación de producción de REA.

Entre las contribuciones de este estudio, está el análisis de la implementación del curso desde las perspectivas metodológicas mixtas, y la atención temprana al llamado que hace la UNESCO a través de su Recomendación sobre los REA. Los resultados pueden ser base de futuras investigaciones que abarquen la implementación del curso en formato masivo y abierto, para que se siga abonando al desarrollo de capacidades en la producción de REA.

REFERENCIAS

- Castro, T., y Durán-Aponte, E. (2017). Capacitación de profesores en el diseño de recursos educativos abiertos (REA). Desarrollo y factibilidad de un entorno virtual de aprendizaje. *Aula de Encuentro*, 19(1), 115-142.
- CETA. (s. f.). *Rúbrica Aulas Virtuales*. Centro de Tecnologías para el Aprendizaje. <https://ceta.zaragoza.unam.mx/rubricas/rubricaAulasvirtuales.php>
- Chiarani, M. C. (2016). Promover los Recursos Educativos Abiertos desde la Universidad Pública. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7(13), 110-118.
- Cruz-Garzón, J. O. (2017). *Ambiente E-learning Adaptativo en Moodle Basado en Estilos de Aprendizaje: Una Contribución al Éxito Escolar*, 1-7.
- García-Peñalvo, F. J., y Pardo Seoane, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 119-144. <https://doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- 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>
- Gómez, V., Chediack, J. G., Fernández Marinone, G., Jerez, M. B., y Pérez Iglesias, J. M. (2019). Disponibilidad de Recursos Abiertos para la Enseñanza y Aprendizaje de la Biología Celular a nivel universitario. *Docentes Conectados*, 4(2), 21-33.
- González, M. P., Benchoff, D. E., Huapaya, C. R., y Remón, C. A. (2017). Aprendizaje adaptativo: Un caso de evaluación personalizada. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 19, 65-72. <https://doi.org/10.24215/18509959.o.p.%2065-72>
- Jalil Naji, M. (2018). Industria 4.0, competencia digital y el nuevo Sistema de Formación Profesional para el empleo. *Relaciones Laborales y Derecho del Empleo*, 6(1), 164-194. http://ejcls.adapt.it/index.php/rld_e_adapt/article/view/555
- León, C. del R., Nova, C. A., Olvera, L. F., Martínez, M. A., Muñoz, C. del P., y Tenorio-Sepúlveda, G. C. (2019). *REA Adaptativo 10.1*. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/636107>
- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J.-M., Ramírez-Montoya, M.-S., Navarro-Tuch, S. A., Bustamante-Bello, M.-R., Rosas-Fernández, J.-B., y Molina, A. (2021a). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- Miranda, J., Ramírez-Montoya, M.-S., y Molina, A. (2021b). Education 4.0

- Reference Framework for the Design of Teaching-Learning Systems: Two Case Studies Involving Collaborative Networks and Open Innovation. En L. M. Camarinha-Matos, X. Boucher, H. Afsarmanesh (Eds.), *Smart and Sustainable Collaborative Networks 4.0. PRO-VE 2021. IFIP Advances in Information and Communication Technology* (pp. 692-701). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_65
- Ossiannilsson, E., Zhang, X., Wetzler, J., Gusmão, C., Aydin, C. H., Jhangiani, R., Glapa-Grossklag, J., Makoe, M., y Harichandan, D. (2020). From Open Educational Resources to Open Educational Practices: For resilient sustainable education. *Distances et médiations des savoirs*, 31. <https://doi.org/10.4000/dms.5393>
- Pincay Piza, K. J. (2020). Recursos Educativos Abiertos y su utilización en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje en Educación Superior. *Revista InGenio*, 3(1), 15-22. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v3i1.23>
- Ramírez-Montoya, M. S. (2019). *Movimiento educativo abierto de América Latina en el marco de los objetivos de la UNESCO 2030*. <https://tiny.cc/Estancia2019-Marisol>
- Ramírez-Montoya, M. S. (2020). Challenges for Open Education with Educational Innovation: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 12(17), 7053. <https://doi.org/10.3390/su12177053>
- Ramírez-Montoya, M. S., y Lugo-Ocando, J. (2020). Systematic review of mixed methods in the framework of educational innovation. *Comunicar*, 28(65), 9-20. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-01>
- Ramos-Simón, L. F. (2017). El uso de las licencias libres en los datos públicos abiertos. *Revista Española de Documentación Científica*, 40(3), e179. <https://doi.org/10.3989/redc.2017.3.1376>
- Rodríguez-García, A.-M., y Martínez-Heredia, N. (2018). La competencia digital en la base de Scopus: Un estudio de metaanálisis. *REXE- Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 2(2), 15-24. https://doi.org/10.21703/rexe.Especial3_201815241
- Salazar Ospina, O. M., Rodríguez Marín, P. A., Ovalle Carranza, D. A., y Duque Méndez, N. D. (2017). Interfaces adaptativas personalizadas para brindar recomendaciones en repositorios de objetos de aprendizaje. *Tecnura*, 21(53), 107-118. <https://doi.org/10.14483/22487638.9287>
- Sarango-Lapo, C. P., Mena, J., Ramírez-Montoya, M. S., y Real, E. (2020). La escala de Competencia Digital y uso de Recursos Educativos Abiertos (CD-REA): factores asociados a la competencia de los docentes universitarios bimodales. *RISTI - Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, (E28), 545-558.
- Sarango-Lapo, C. P., Mena, J., y Ramírez Montoya, M. S. (2021). Evidence-Based Educational Innovation Model Linked to Digital Information Competence in the Framework of Education 4.0. *Sustainability*, 13(18), 10034. <https://doi.org/10.3390/su131810034>
- Schoonenboom, J., y Johnson, R. B. (2017). How to Construct a Mixed Methods Research Design. *KZfSS Kölner Zeitschrift Für Soziologie Und Sozialpsychologie*, 69, 107-131. <https://doi.org/10.1007/s11577-017-0454-1>
- Sein-Echaluze Laclea, M. L., Leris López, D., Hernández, M., y Fidalgo-Blanco, Á. (2016). Participantes heterogéneos en MOOCs y sus necesidades de aprendizaje adaptativo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 17(4), 91-109. <https://doi.org/10.14201/eks201617491109>
- Tenorio-Sepúlveda, G. C., Soberanes-Martín, A., y Martínez-Reyes, M. (2018). Diseño

- instruccional con aprendizaje adaptativo de un curso en línea Redacción de protocolos de investigación. *Revista de Gestión Universitaria*, 2(3), 9-16. <https://bit.ly/34mN3rb>
- Tenorio Sepúlveda, G. C., Muñoz Ortiz, K. del P., Nova Nova, C. A., y Ramírez Montoya, M. S. (2021a). *Diagnostic instrument of the level of competencies in Cloud Computing for teachers in Education 4.0*. <https://hdl.handle.net/11285/637458>
- Tenorio-Sepúlveda, G. C., Olvera Castaños, L. F., Nova Nova, C. A., Muñoz Ortiz, K. del P., y Martínez Medina, M. A. (2021b). Curso adaptativo para producción de recursos educativos abiertos. En *Ciencia Abierta. Opciones y experiencias para México y Latinoamérica* (pp. 155-164). Octaedro.
- Tlili, A., Nascimbeni, F., Burgos, D., Zhang, X., Huang, R., y Chang, T.-W. (2020). The evolution of sustainability models for Open Educational Resources: Insights from the literature and experts. *Interactive Learning Environments*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1839507>
- UNESCO. (2016). *Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa
- UNESCO (2019). *Recomendación sobre los Recursos Educativos Abiertos (REA)*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373755/PDF/373755eng.pdf.multi.page=20>
- Vercelli, A. (2009). Guía de licencias Creative Commons. 14.
- Vila-Viñas, D., Araya, D., y Bouchard, P. (2015). Educación: recursos educativos abiertos. En *Buen Conocer-FLOK Society. Modelos sostenibles y políticas públicas para una economía social del conocimiento común y abierto en el Ecuador* (pp. 61-142). Asociación aLabs.
- Villarreal-Villa, S., García-Guliany, J., Hernández-Palma, H., y Steffens-Sanabria, E. (2019). Competencias Docentes y Transformaciones en la Educación en la Era Digital. *Formación universitaria*, 12(6), 3-14. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062019000600003>
- Zapata-Ros, M. (2015). Calidad en enseñanza abierta online universitaria: Del aula virtual al MOOC. *Campus Virtuales*, 4(2), 86-107.

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021





Fecha de aceptación del artículo: 08/03/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 31/03/2022

A Threshold for Citizen Science Projects: Complex Thinking as a Driver of Holistic Development

Umbral para proyectos de ciencia ciudadana: el pensamiento complejo como impulsor de desarrollo holístico



-  Jorge Sanabria-Z - *Tecnológico de Monterrey (Mexico)*
-  José-Martín Molina-Espinosa - *Tecnológico de Monterrey (Mexico)*
-  Berenice Alfaro-Ponce - *Tecnológico de Monterrey (Mexico)*
-  Martina Vycudilková-Outlá - *Central Bohemian Innovation Center (Czech Republic)*

ABSTRACT

Emerging technologies and community empowerment have driven citizen science (CS) projects. However, their impact remains vague, partly because of the difficulties in monitoring and standardizing these projects. Notably, the development of citizens' complex thinking is not among the primary goals, despite the connection with the tenets of Education 4.0 and the training of socially committed citizens. Therefore, we propose a framework and typology to foster CS projects while scaling up complex thinking. We used the evidence-based educational innovation (EBEI) methodology and the Theory of Change (ToC) perspective, reviewing some of the most relevant frameworks under UNESCO's Open Science Recommendation. Findings from the CS projects analysis revealed that: (a) there is inattention to developing the sub-components of the complex thinking macro-competency; (b) a growing trend to develop frameworks for CS projects is taking place; (c) there is a prevalence of CS project frameworks focused on prevention and control, project evaluation and design, and education and research; (d) a framework with three dimensions based on ToC (Outbound, Threshold and Full-cycle) can guide the development of CS projects; and (e) an eight-component typology can measure the progress and impact of CS projects from the perspectives of Context-awareness, Citizen engagement, Infrastructure leverage, Technological innovation, Educational innovation, Outreach and Scale, Network building, and Complex thinking. We envision that the integrated framework and typology proposed, scaffolded by complex thinking, can comprehensively broaden the impact of CS initiatives.

Keywords: citizen science; open science; complex thinking; educational innovation; higher education.

RESUMEN

Los proyectos de ciencia ciudadana (CC) han sido impulsados por tecnologías y empoderamiento de las comunidades. Sin embargo, su impacto es impreciso por las dificultades para su seguimiento y estandarización. En particular, el desarrollo del pensamiento complejo de los ciudadanos no figura entre sus objetivos, a pesar del fuerte vínculo con la Educación 4.0 y la formación de ciudadanos comprometidos con la sociedad. Por tanto, proponemos un marco y una tipología para los proyectos de CC a la vez que se introduce el pensamiento complejo. Se empleó la metodología de la Innovación Educativa Basada en la Evidencia (EBEI), desde la perspectiva de la Teoría del Cambio (TdC), revisando los marcos más relevantes, en virtud de la Recomendación de Ciencia Abierta de la UNESCO. Los resultados revelaron: (a) hay una falta de atención al desarrollo de las subcompetencias de la macro-competencia del pensamiento complejo; (b) existe un incremento y desarrollo de marcos de apoyo a la CC; (c) prevalecen marcos de proyectos de CC centrados en los participantes, evaluación-diseño de proyectos y la gestión de datos; (d) inexistencia de marcos de desarrollo basados en TdC de tres dimensiones, Limitada, Umbral y de Ciclo-completo; y (e) se propone tipología para medir el progreso e impacto de los proyectos de CC: Conciencia del contexto, participación ciudadana, aprovechamiento de la infraestructura, innovación tecnológica, innovación educativa, alcance y escala, creación de redes y pensamiento complejo. Prevemos que el marco y la tipología propuestos articulados al pensamiento complejo, ampliarán el impacto de las iniciativas de CC de manera integral.

Palabras clave: ciencia ciudadana; ciencia abierta; pensamiento complejo; innovación educativa; educación superior.

INTRODUCTION

Volunteer participation in science projects effectively elevates awareness, learning and citizen empowerment and is now embraced by large international organizations. The introduction of UNESCO's Open Science Recommendation (UNESCO, 2021a) welcomed the epistemology of citizen science (CS), aiming to integrate science theory and practice and society (UNESCO, 2021b). CS involves multidirectional research to democratize scientific processes to advance science (Bonney et al., 2016; Hecker et al., 2018; Irwin, 2018; Ruiz-Mallén et al., 2016; Wiggins & Crowston, 2011). From passive individual observations to developing networked digital platforms (Baudry et al., 2021), CS has resurged thanks to the evolution of accessible technologies. Moreover, Education 4.0 (Miranda et al., 2021) and the 4th Industrial Revolution (Schwab, 2015) have set new standards for managing data and its interactions to solve complex problems in CS projects (Robinson et al., 2017). Ultimately, CS project design has not only been shaped by a general interest in phenomena but also by emergencies that have boosted the evolution and application of citizen-led science solutions.

Considering these aspects, we understand that greater effectiveness in problem-solving in CS projects is closely linked to holistic designs. Therefore, this work examined the significant number of CS projects that keep emerging to provide a framework and typology that guides identifying and monitoring the status of CS projects, in order to plan their further development to achieve holistic impact. We did this by scrutinizing the state of the art of CS projects from a Theory of Change (ToC) (UNDAF, 2016; 2017) perspective, which considers technology, communication, and emergency contexts. The work highlights key frameworks that support CS and demonstrate the interactions and articulation that develop the sub-competencies of complex thinking.

FROM CS STAGNATION TO THE 21ST-CENTURY EXPRESSWAY

The evolution of technology and the degradation of ecosystems have also driven the interest in CS. While citizens may often be unaware of the origin and consequences of the events surrounding them (Ballerini & Berth, 2021; Callaghan et al., 2020), their participation in CS may motivate them to get involved in public policies. (García-Holgado et al., 2020; Strasser et al., 2019). New paradigms have emerged where citizens engage in collaborative relationships to analyze, improve, and discover information (McCurdy & Vinogradova-Shiffer, 2021; Stubbs et al., 2021). Such developments in Industry 4.0 technologies have spilled into the Education 4.0 framework, where learners experience real-life challenges and apply their knowledge to develop technology-based solutions using complex thinking skills (Miranda et al., 2021). This macro-competency comprises critical, systemic, scientific, and innovative thinking (Ramírez-Montoya et al., 2022). CS projects involve real-life scenarios that

enable learners to reason in the face of complexity (Araújo et al., 2022; Bellugi & Cundill, 2017; Castell et al., 2021; Constant & Roberts, 2017; Zourou & Tseliou, 2020). Moreover, numerous examples of imminent hazards demonstrate citizens' critical role in reacting more quickly than their governing authorities or regulators.

Lessons learned during emergencies have spotlighted the response potential of CS. Cases such as the Fukushima nuclear accident (Hultquist & Cervone, 2017) and the recent COVID-19 pandemic (Goehrke, 2020) correspond to CS studies that focus on disaster risk reduction (DRR). These highlight the potential to bring diverse communities together and the need to broaden the spectrum to consider ethics and gender, among other topics (Paul et al., 2021). Moreover, these emergencies have triggered calls to generate policies to assess the impact of CS data in the legal arena (Peel, 2020). From this perspective, the democratization of CS makes it possible to strengthen the empowerment of citizens and their influence in bottom-up decision-making where data transmission is expected, and there is the committed involvement of quintuple helix organizations.

FOSTERING CS INITIATIVES

To integrate the general public into the scientific process, several frameworks and programs have been advanced to standardize protocols to achieve social impact and contribute to Sustainable Development Goals (SDG):

- **UNESCO Recommendation on Open Science:** Complex challenges have left their mark in the first quarter of the 21st century, affecting the achievement of the Sustainable Development Goals. As a strategy, member states agreed to propose a normative instrument based on good practices regarding the openness of science. The process resulted in the UNESCO Open Science Recommendation (UNESCO, 2021a).
- **United Nations Environment Program:** Currently, UNEP focuses on the triple planetary crisis (climate change, nature, and biodiversity loss) through strategies to achieve the 2030 Agenda for Sustainable Development. Their goal is to achieve global integration of CS into the formal process to report SDGs at the national level, promoting confidence in the data it collects through examples of good practice (UNEP, 2019).
- **European Commission Framework Programs (FP):** (European Commission, 2016) Continuously customized for global contexts, FPs have mainly addressed CS projects under the Horizon 2020 framework (European Commission, 2020). It is worth noting the case of the Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) 25th-anniversary Presidency conference, which included a round table to discuss the topic “Closing the gap between research and citizens: building trust in science with MSCA” (Marie Skłodowska-Curie Actions [MSCA], 2022).

- **European Citizen Science Association:** A prime promoter of CS in Europe, ECSA seeks to foster the democratization of science for all. Its ten principles underpin good practices aimed for everyone to participate freely throughout the scientific process to advance sustainable research impact and public policies (ECSA, 2015).

CITIZEN SCIENCE THRESHOLD

When considering the various components interacting in CS projects, we conceive a threshold where projects either stall or transcend to meet the requirements of Open Science. To build frameworks for the participation of citizens in science projects, we deemed it necessary to hold an integral perspective that considers the contextual aspects linked to the project (e.g., technology, infrastructure, methods) and the intellectual development of the participants. The proposal must meet the necessary criteria of a CS project to effectively be a genuine full-cycle CS initiative. In searching for a solution, we considered it fundamental to rely on a theory of transcendence that could guide the CS interventions to achieve transformation, namely the ToC.

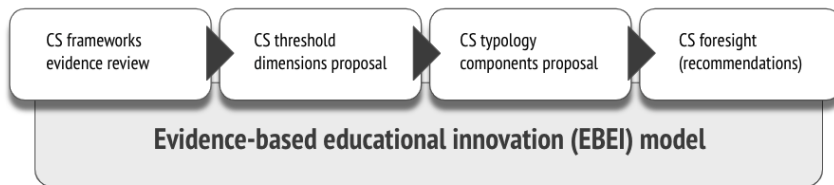
ToC is an approach that uses a causal analysis based on available evidence to explain how a given modification or group of variations is likely to lead to developing a certain change. ToC can assist in identifying solutions to challenges that impede development and form conclusions on which route to pursue, considering the benefits, odds, and uncertainties inherent in any change process. In addition, ToC aids in identifying elemental conjectures and hazards, which must be understood and revisited throughout the process to ensure that the strategy results in the intended change (United Nations Development Assistant Framework [UNDAF], 2017).

Method

We used the Evidence-Based Educational Innovation (EBEI) model as a methodology to develop our typology (Sarango-Lapo et al., 2021). The EBEI model was adopted because it promotes an approach of practical experiences to attain digital competencies to manage technological resources that lead to innovation (Sarango-Lapo et al., 2017), which is the case of technology-supported CS projects. Four stages guided the development of the proposed typology: analyzing the CS scientific evidence frameworks, constructing a framework of CS threshold dimensions, proposing the components of the CS typology, and presenting a prospective of the expected benefit of the CS typology (see Figure 1).

Figure 1

Four-stage guide to developing the CS framework



Note: EBEI is an empirical model suitable when technologies are involved.

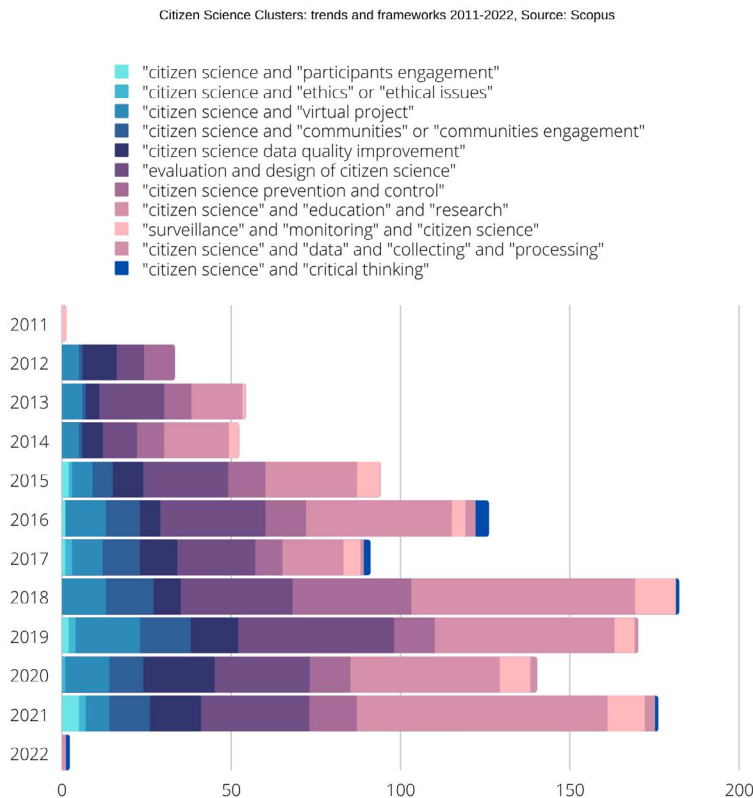
CS Frameworks

The ultimate aim of CS to integrate experts and amateurs to generate knowledge keeps citizen participation in focus. Although participation in CS projects is voluntary, mechanisms exist to reward individuals, often monetary and sometimes through public recognition (Cappa et al., 2018). Moreover, despite the notion that CS focuses on engaging ordinary audiences, most participants in CS initiatives are not idealistic amateurs but students and workers in science or related spheres such as writers, journalists, and educators (Tancoigne, 2017).

Over the past decade, frameworks and typologies continue to emerge, providing interpretations necessary to better understand the evolution of CS participation and design projects with better scale, quality, and relevance. Evidence of this can be observed in the increasing number of scientific articles published in recent years, indicating a growing trend in the subject. The broad focus spectrum includes the following clusters: CS participant engagement (Fischer et al., 2021; Haklay, 2018; Lotfian et al., 2020; Wiggins & Crowston, 2011); ethical issues in CS (Groot & Abma, 2022; Resnik et al., 2015); virtual CS projects (Reed et al., 2012); incorporating communities in CS (García-Holgado et al., 2020; Katapally, 2019; Nardi et al., 2021; Pandya, 2012); CS data quality improvement (Antelio et al., 2012; Cerquides et al., 2021; Garriga et al., 2017); evaluation and design of CS programs (Bolici & Colella, 2019; Chase & Levine., 2016; Hennig et al., 2019); prevention and control (Asingizwe et al., 2018; Coulson & Woods, 2021; Li et al., 2019; Yang et al., 2019); education & research (Hiller et al., 2019; Spasiano et al., 2021); surveillance and monitoring via

CS (Arazy & Malkinson, 2021; Callaghan et al, 2020; Welvaert & Caley, 2016); CS data collecting & processing (Callaghan et al., 2021; Eagles-Smith, 2020; Hyvönen et al., 2021; Teng & Albayrak, 2017), CS and interest in developing critical thinking (Araújo et al., 2022; Belluigi & Cundill., 2017; Castell et al., 2021; Constant & Roberts, 2017) (See Figure 2).

Figure 2
Citizen science clusters: trend and frameworks 2011-2020.

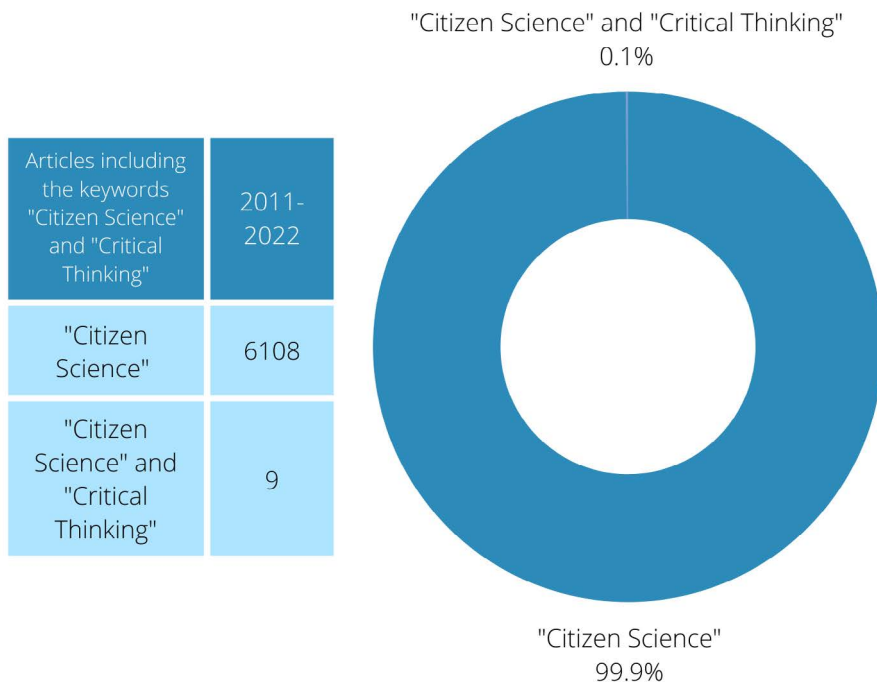


Source: Scopus.

Note: The highest concentration of publications occurred in 2018 (182) and 2021 (176).

Figure 3

Articles including the keywords "Citizen Science" and "Critical Thinking;"



Source: SCOPUS

Note: There are no studies related to citizen science and its impact on developing the macro-competency of complex thinking.

To interpret the challenges faced by the world's population, we propose a threshold for CS that highlights the key points that should be addressed to successfully integrate individuals as citizen scientists in projects that advance scientific knowledge (Warnecke et al., 2019). Given the variety of possibilities for individuals to engage in CS, it is helpful to classify the entry routes for participants and their boundaries to guide the efforts supporting the processes and the participants' development.

Proposed dimensions for the CS Threshold

ToC and applied ladder patterns (Warnecke et al., 2019) allowed us to analyze, first, the various components; then, we were able to structure the main components, acting on the processes of a given phenomenon for future validation. The significant assets are the key elements to measure individual levels of development and their

contribution to clusters linking various components and, in general, the overall project theme. In this framework, the approach combination contributes positively to improving the analysis for future CS proposals.

To establish the CS threshold dimension, we conceived eight fundamental components for measuring the performance of a CS project. These arise out of combining core features from CS frameworks explained above, relevant CS typologies (Van Kleek & Simperl, 2017; Wiggins & Crowston, 2011), and considering the building blocks of complex thinking (i.e., critical thinking, innovative thinking, scientific thinking, and systemic thinking). Within this proposed structure's perspective, multiple combinations of mastering the eight selected components would enable progress in the overall performance of the initiatives. For the indicative purposes of this work, we describe three dimensions as transitional channels for these combinations: a baseline dimension ("Bounded CS"), a transitional dimension ("Threshold CS"), and a fulfillment dimension ("Full-cycle CS"). The three dimensions incorporate the ToC approach, where analyzing a set of circumstances that requires change and articulating the desired outcome is the first step. It entails identifying inputs, outcomes, assumptions, and risks (UNDAF, 2016).

Bounded CS dimension

We envisaged the Bounded CS dimension as the development baseline. In analogy to the ToC, this domain focuses on setting out the resources (inputs) needed to achieve results.

Threshold CS dimension

In the transition towards an ideal of Full-cycle CS integration, the scaffolding allows multiple-component, circumstantial, contextual combinations. Following the ToC sequence, we reference the CS activities deliverables (outputs) obtained by transforming the initial resources (inputs) and measuring the effects that they generate (outcomes).

Full-cycle CS dimension

At the other end of the spectrum is the Full-cycle CS, the ultimate plateau to which CS projects aspire, where functions reach the maximum transformation possibilities. In ToC terms, this dimension represents the intended long-term effects (impacts) of CS projects linked to the results of the previous dimensions.

Definition of CS Threshold components

Each of the eight components detailed below is fundamental to promoting a CS project from the Bounded CS baseline to the fulfillment dimension of Full-cycle CS. The dimensional progress development of the component depends on the characteristics of the project; therefore, each project will have its own ToC. In principle, it is proposed that all eight components be considered from the outset of any CS project (See Table 1).

Context awareness

This component refers to the contextual awareness of the addressed problem, which is reflected in controlling the proposal's originality. A CS community that participates in an existing project or replicates a project from another region remains at baseline. Improving an existing project moves it to the Threshold dimension, and once an original project is generated, it transcends to the Full-cycle CS dimension.

Citizen engagement

Both the participants' and the project operators' perspectives are covered in this component. It entails establishing protocols and procedures such as informed consent and data privacy. Participants progress from a relatively passive position to co-creation and eventually initiative leadership.

Infrastructure leverage

This dimension considers the infrastructure accessible to the project and how the CS participants' interactive dynamics influence mobility between the dimensions. Ideally, participants come to improve existing interactions within the infrastructure.

Technological innovation

In this dimension, we address the use or creation of technology supporting the project administration, the storage and analysis of the data, and the ability to disseminate the information to the participants. At the Bounded level, general-purpose technology applied to the project is used with no particular development, but project participants can communicate with each other. At the Full-cycle level, we find specialized software to collect and analyze data or software developed to suit the project to meet contextual requirements.

Educational innovation

This component reflects the importance of incorporating new sustainable processes to strengthen education to impact lifelong learning. At the most basic level, CS initiatives may lack educational vision. Using educational resources, participants move the projects to transcend the threshold; they propose reusable resources for formal and non-formal education to continue making impacts.

Outreach and Scale

The scope of the project is measured by this component, considering the number of benefited people, the number of citizens participating in the data collection, and the geographical scope of the data retrieved and analyzed. At the Bounded level, CS projects occur within a locality with the participation of citizens who live in the community. At the Full-cycle level, several global localities participate, and interested citizens living in these communities work at different levels.

Network building

This component allows us to identify the number of actors involved in the CS projects, as the participation of representatives of the quintuple helix is completed—Political, Social, Environmental, Economic and Educational systems—it will be possible to move from the limited dimension to the full cycle.

Complex thinking

Proposing solutions to complex problems involves using complex thinking competency, consisting of systemic thinking, scientific thinking, critical thinking, and innovative thinking. Only one sub-competency is developed at the Bounded level, while at the Full-cycle level, the four types of sub-competencies are developed integratively. The use of each type of thinking brings a dimension to the problem solution.

Table 1
Dimensions and critical components for CS holistic transcendence

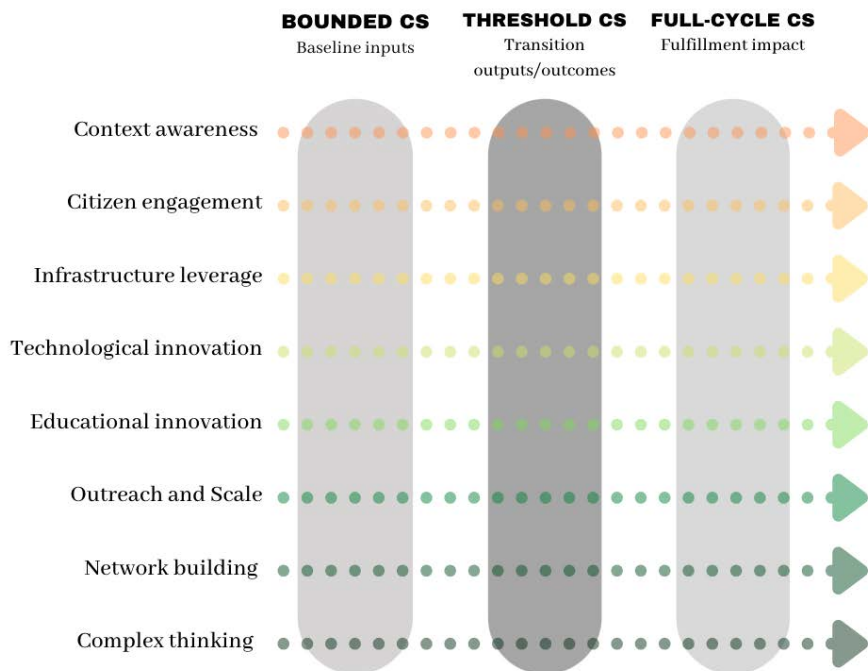
Dimensions Components	BOUNDED CS (Baseline inputs)	THRESHOLD CS (Transition outputs/ outcomes)	FULL-CYCLE CS (Fulfillment impact)
Context awareness	Participation in or replication of an existing project	Enhancement of an existing project	Launch of an original topic project
Citizen engagement	Passive; follows a leader	Co-creates a proposal	Leads a project
Infrastructure leverage	None or minimal interactions within available infrastructure	Moderated interactions within available infrastructure	Improves interactions within available infrastructure
Technological innovation	Passive use of low-level technology	Adaptation of technology	Creation of technology and/ or use of advanced technologies
Educational innovation	Lack of educational focus	Incremental use of educational resources	Proposes reusable resources for formal/non-formal education
Outreach and Scale	Number of participants: local Number of locations where data is collected: local	Number of participants: national Number of locations where data is collected: national	Number of participants: global Number of locations where data is collected: global
Network building	One or two helixes	Three-helix interaction	Four to five helix integration that concludes with Public Policies
Complex thinking	None or one of the sub-competencies is developed	Two or three of the sub-competencies are developed	The four sub-competencies are developed

Note: The eight components are fundamental to the holistic contribution of CS projects.

By addressing the crucial components for crossing the CS threshold, researchers and science amateurs are encouraged to design full-experiential cycle CS projects to enhance personal learning and the initiative’s impact. Actions taken in each dimension encompass the type of activity and interaction undertaken by participants, linked to

the type of contribution. The intended impact results from strategically combining the various components per the project characteristics. Due to the diverse nature of CS projects, the passage through each component’s dimensions will progress differently in every case (see Fig. 4).

Figure 4
Citizen Science Threshold



Note: All eight components progress at different rates through the dimensions.

DISCUSSION AND CONCLUSION

CS projects have focused on the “doing” of science, overlooking the study of how the participants think. The analysis of the frameworks identified a lack of attention to developing the sub-competencies of complex thinking (Figure 3). The growing interest in the macro-competency of complex thinking in educational innovation (Ramírez et al., 2022) is a warning that insufficient attention is being paid to the development of its sub-competencies in CS projects (Araújo et al., 2022; Belluigi & Cundill, 2017; Castell et al., 2021; Constant & Roberts, 2017). For the community

involved in the design of CS projects, this finding is a wake-up call to consider measuring the development of complex thinking with their metrics.

An evidence-based foundation is suitable to advance the cascade of CS projects. Our analysis revealed that in the last decade, CS frameworks have emerged with remarkable growth (Figure 2) due primarily to the application of technologies and connectivity (Cappa et al., 2018; McCurdy & Vinogradova-Shiffer, 2021; Nesbit et al., 2020; Paul et al., 2021). Notably, large international organizations have integrated CS into their guidelines (UNESCO, 2021a) and fostered CS through financial programs (European Commission, 2020). These have contributed to developing partnerships with Higher Education Institutions in several countries (Zourou & Tseliou, 2020). Recognition at the level of governments and major international institutions is an indication of the prominence and expected prosperity of CS initiatives

There is room to improve the design of CS projects more comprehensively. Three main clusters of emphasis were identified within the CS frameworks: prevention and control, project evaluation and design, and education and research (Figure 2). Frameworks that consider the participation of individuals and community engagement in CS projects focus on their involvement role rather than on developing competencies (Fischer et al., 2021; Haklay, 2018; Lotfian et al., 2020; Nardi et al., 2021; Pandya, 2012; Spasiano et al., 2021; Wiggins & Crowston, 2011; Yang et al., 2019). The rationale for designing CS projects is at a mature level with thematic frameworks that support efficiency.

The notion that CS projects should have a holistic impact is highly relevant. The key deliverables of this study are the EBEI-based methodological analysis of the four-stage guide to developing the CS framework (Figure 1) and the proposal of three ToC dimensions to advance CS projects (Table 1). On the one hand, EBEI allowed the structuring of the direction of research to host technology-enhanced, innovative CS projects (Sarango-Lapo et al., 2021). On the other hand, ToC provided the intended scaffolding to build the dimensions that included numerous actors and circumstances when dealing with complexity (UNDAF, 2016). Our proposed structure should allow CS projects to design customized ToC with various application possibilities.

Improving the design and scope of CS projects involves identifying the components to be measured and monitoring their performance from multiple perspectives. A typology of eight components has been proposed to measure the impact of CS projects: Context awareness, Citizen engagement, Infrastructure leverage, Technological innovation, Educational innovation, Outreach and Scale, Network building, and Complex thinking (Table 1, Figure 4.). In addition to the components and the diverse approaches, higher education institutions can play a crucial role as a link between society and science (Zourou & Tseliou, 2020). Awareness of the impact of integrated CS project components is critical to designing and measuring its scope and impact.

Among the study's limitations, we point out the need to propose the sub-levels that the projects could experience in the dimensions. It is equally important to

exemplify the potential component combinations according to the type of CS project being monitored. Moreover, the nature of CS projects that increasingly train amateur participants to potentially transcend the threshold dimension calls for protocols and mechanisms to strengthen and sustain ethical CS. Future studies shall address how the CS Threshold framework and its typology may give rise to creating innovative educational tools that measure CS projects' performance within its framework. Also, from the research perspective, we foresee the need to present case studies where the dimensions and components of the framework are applied to define in more detail the Full-cycle CS and, if desirable, to plan the transition of CS projects.

Acknowledgement

The authors wish to acknowledge the financial and technical support of Writing Lab,

Institute for the Future of Education, Tecnológico de Monterrey, Mexico, in the production of this work, the OpenResearchLab and the SKILIKET4C project from the Reasoning for Complexity Interdisciplinary Research Group (R4C-IRG).

REFERENCES

- Antelio M., Esteves M. G. P., Schneider D., & Souza J.M.D. (2012). Qualitocracy: A data quality collaborative framework applied to citizen science. *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 931-936. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2012.6377847>
- Araújo J. L., Morais C., & Paiva J. C. (2022). Student participation in a coastal water quality citizen science project and its contribution to the conceptual and procedural learning of chemistry. *Journal of Baltic Science Education*, 20(6). 881-893. <https://doi.org/10.33225/JBSE/21.20.881>
- Arazy, O., & Malkinson, D. (2021). A Framework of Observer-Based Biases in Citizen Science Biodiversity Monitoring: Semi-Structuring Unstructured Biodiversity Monitoring Protocols. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.693602>
- Asingizwe, D., Poortvliet, P. M., Koenraadt, C. J. M., Van Vliet, A. J. H., Murindahabi, M. M., Ingabire, C., Mutesa, L., & Feindt, P. H. (2018). *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 86-87, 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2018.06.002>
- Ballerini, L., & Berth, S. (2021). Using citizen science data to monitor the Sustainable Development Goals: a bottom-up analysis. *Sustainability Science*. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01001-1>
- Baudry, J., Tancoigne, É., & Strasser, B. (2021). Turning crowds into communities: The collectives of online citizen science. *Social Studies of Science*, 1-26. <https://doi.org/10.1177/030631272111058791>
- Belluigi, D. Z., & Cundill, G. (2017). Establishing enabling conditions to develop critical thinking skills: a case of innovative curriculum design in Environmental Science. *Environmental Education Research*, 23(7). 950-971. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1072802>

- Bolici, F., & Colella, N. A. (2019). How to Design Citizen-Science Activities: A Framework for Implementing Public Engagement Strategies in a Research Project. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, 27, 149-162. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90500-6_12
- Bonney, R., Cooper, C., & Ballard, H. (2016). The Theory and Practice of Citizen Science: Launching a New Journal. *Citizen Science: Theory and Practice*, 1(1), p. 1. <https://doi.org/10.5334/cstp.65>
- Cappa, F., Laut, J., Porfiri, M., & Giustiniano, L. (2018). Bring them aboard: rewarding participation in technology-mediated citizen science projects. *Computers in Human Behavior*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.08.017>
- Callaghan, C. T., Ozeroff, I., Hitchcock, C., & Chandler, M. (2020). Capitalizing on opportunistic citizen science data to monitor urban biodiversity: A multi-taxa framework. *Biological Conservation*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108753>
- Callaghan, C. T., Watson, J. E. M., Lyons, M. B., Cornwell, W. K., & Fuller, R. A. (2021). Conservation birding: A quantitative conceptual framework for prioritizing citizen science observations. *Biological Conservation*, 253. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108912>
- Castell, N., Grossberndt, S., Gray, L., Fredriksen, M. F., Skaar, J. S., & Høiskar, B. A. K. (2021). Implementing Citizen Science in Primary Schools: Engaging Young Children in Monitoring Air Pollution. *Frontiers in Climate*, 3. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.639128>
- Cerquides, J., Mülâyim, M. O., Hernández-González, J., Shankar, A. R., & Fernandez-Marquez, J. L. (2021). A conceptual probabilistic framework for annotation aggregation of citizen science data. *Mathematics*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/math9080875>
- Chase, S. K., & Levine, A. (2016). A framework for evaluating and designing citizen science programs for natural resources monitoring. *Conservation Biology*, 30(3), 456-466. <https://doi.org/10.1111/cobi.12697>
- Constant, N., & Roberts, L. (2017). Narratives as a mode of research evaluation in citizen science: Understanding broader science communication impacts. *Journal of Science Communication*, 16(4), 1-18. <https://doi.org/10.22323/2.16040203>
- Coulson, S., & Woods, M. (2021). Citizen Sensing: An Action-Orientated Framework for Citizen Science. *Frontiers in Communication*, 6. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.629700>
- Eagles-Smith, C. A., Willacker, J. J., Nelson, S. J., Flanagan Pritz, C. M., Krabbenhoft, D. P., Chen, C. Y., Ackerman, J. T., Campbell Grant, E. H., & Pilliod, D. S. (2020). A national-scale assessment of mercury bioaccumulation in United States national parks using dragonfly larvae as biosentinels through a citizen-science framework. *Environmental Science and Technology*, 54(14), 8779-8790. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c01255>
- ECSA (European Citizen Science Association) (2015). *Ten Principles of Citizen Science*. Berlin. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>
- European Commission (2016). *Open innovation, open science, open to the world: A vision for Europe*. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation.
- European Commission (2020). *Citizen science and citizen engagement: achievements in Horizon 2020 and recommendations on the way forward*, (N, Delaney, editor, Z, Tornasi, editor) Publications Office. <https://doi.org/10.2777/05286>
- Fischer, H., Cho, H., & Storcksdieck, M. (2021). Going beyond hooked participants: The nibble-and-drop framework for

- classifying citizen science participation. *Citizen Science: Theory and Practice*, 6(1), <https://doi.org/10.5334/cstp.350>
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., & Butler, P. (2020). Technological ecosystems in citizen science: A framework to involve children and young people. *Sustainability (Switzerland)*, 12(5), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su12051863>
- Garriga, J., Piera, J., & Bartumeus, F. (2017). A Bayesian framework for reputation in citizen science. *CEUR Workshop Proceedings, 1960*. <http://ceur-ws.org/Vol-1960/paper6.pdf>
- Goehrke, S. (2020). Making Made Right: This Czech Company Guides Global 3-D Printing Pandemic Response. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/sarahgoehrke/2020/03/28/making-made-right-this-czech-company-guides-global-3-d-printing-pandemic-response/?sh=21a75e36624b>
- Groot, B., & Abma, T. (2022). An ethics framework for citizen science and public and patient participation in research. *BMC Medical Ethics*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12910-022-00761-4>
- Haklay, M. (2018). Participatory citizen science. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, & A. Bonn (Eds.), *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*. UCL Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv550cf2.11>
- Hecker, S., Bonney, R., Haklay, M., Hölker, F., Hofer, H., Goebel, C., Gold, M., Makuch, Z., Ponti, M., Richter, A., Robinson, L., Iglesias, J.R., Owen, R., Peltola, T., Sforzi, A., Shirk, J., Vogel, J., Vohland, K., Witt, T., & Bonn, A. (2018). Innovation in Citizen Science – Perspectives on Science-Policy Advances. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(1), p. 4. <https://doi.org/10.5334/cstp.114>
- Hennig, S., Hölbling, D., Ferber, N., & Tiede, D. (2019). Framework and components for citizen science projects – the citizenmorph project [Rahmenkonzept und Komponenten für Citizen-Science-Projekte – das Projekt Citizenmorph]. *AGIT- Journal für Angewandte Geoinformatik*, 5, 2-13. <https://doi.org/10.14627/537669001>
- Hiller, S. E., Whitehead, A., & Kitsantas A. (2019). Enhancing stem motivation through citizen science programs: A framework for educators and researchers. *Enhancing STEM Motivation through Citizen Science Programs*, 4-26.
- Hultquist, C., & Cervone, G. (2017). Citizen monitoring during hazards: validation of Fukushima radiation measurements. *GeoJournal*, 83, 189–206. <https://doi.org/10.1007/s10708-017-9767-x>
- Hyvönen, E., Rantala, H., Ikkala, E., Koho, M., Tuominen, J., Anafi, B., Thomas S., Wessman A., Oksanen E., Rohiola V., Kuitunen J., & Ryyppö, M. (2021). Citizen science archaeological finds on the Semantic Web: the FindSampo framework. *Antiquity*, 95(382), e24. <https://doi.org/10.15184/aqy.2021.87>
- Irwin, A. (2018). No PhDs needed: how citizen science is transforming research. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-07106-5>
- Katapally, T. R. (2019). The SMART framework: Integration of citizen science, community-based participatory research, and systems science for population health science in the digital age. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(8). <https://doi.org/10.2196/14056>
- Li, E., Parker, S. S., Pauly, G. B., Randall J. M., Brown B. V., & Cohen, B. S. (2019). An Urban Biodiversity Assessment Framework That Combines an Urban Habitat Classification Scheme and Citizen Science Data. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00277>
- Lottfian, M., Ingensand, J., & Brovelli, M. A. (2020). A framework for classifying participant motivation that considers

- the typology of citizen science projects. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/ijgi9120704>
- McCurdy, A., & Vinogradova-Shiffer, N. (2021). Advancing Ocean Science Through Open Science and Software on the Cloud. *Marine Technology Society Journal*, 55(3), pp. 146-147(2). Marine Technology Society. <https://doi.org/10.4031/MTSJ.55.3.25>
- Miranda, J., Ramírez-Montoya, M. S., & Molina, A. (2021). Education 4.0 Reference Framework for the Design of Teaching-Learning Systems: Two Case Studies Involving Collaborative Networks and Open Innovation. *Smart and Sustainable Collaborative Networks 4.0*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_65
- MSCA (2022). *MSCA 25 ans: Next-generation MSCA: opening a new era for change*. Marie Skłodowska-Curie Actions. PSL Université Paris. <https://psl.eu/msca-conference-next-generation-msca-opening-new-era-change>
- Nardi, F., Cudennec, C., Abrate, T., Allouch, C., Annis, A., Assumpção, T., Aubert, A. H., Bérod, D., Braccini, A. M., Buytaert, W., Dasgupta, A., Hannah, D. M., Mazzoleni, M., Polo, M. J., Sæbø, Ø., Seibert, J., Tauro, F., Teichert, F., Teutonico, R., Uhlenbrook, S., Wahrmann Vargas, C., & Grimaldi, S. (2021). Citizens AND Hydrology (CANDHY): conceptualizing a transdisciplinary framework for citizen science addressing hydrological challenges. *Hydrological Sciences Journal*. <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1849707>
- Nesbit, P. R., Boulding, A. D., Hugenholtz, C. H., Durkin, P. R., & Hubbard, S. M. (2020). Visualization and sharing of 3D digital outcrop models to promote open science. *GSA Today*, 30(6). <https://doi.org/10.1130/GSATG425GW.1>
- Pandya, R. E. (2012). A framework for engaging diverse communities in Citizen science in the US. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 314-317. <https://doi.org/10.1890/120007>
- Paul, J. D., Bee, E., & Budimir, M. (2021). Mobile phone technologies for disaster risk reduction. *Climate Risk Management*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100296>
- Peel, J. (2020). The ‘rights’ way to democratize the science-policy interface in international environmental law? A reply to Anna-Maria Hubert. *The European Journal of International Law*, 31(2). <https://doi.org/10.1093/ejil/chaa042>
- Ramírez-Montoya, M. S., Castillo-Martínez, I. M., Sanabria-Z, J., & Miranda, J. (2022). Complex Thinking in the Framework of Education 4.0 and Open Innovation – A Systematic Literature Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/joitmc8010004>
- Reed, J., Rodriguez, W., & Rickhoff, A. (2012). A framework for defining and describing key design features of virtual citizen science projects. *ACM International Conference Proceeding Series*. 623-625. <https://doi.org/10.1145/2132176.2132314>
- Resnik, D. B., Elliott, K. C., & Miller, A. K. (2015). A framework for addressing ethical issues in citizen science. *Environmental Science and Policy*, 54, 475-481. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.05.008>
- Robinson, K. L., Luo, J. Y., Sponaugle, S., Guigand, C., & Cowen, R. K. (2017). A Tale of Two Crowds: Public Engagement in Plankton Classification. *Front. Mar. Sci.* 4:82. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00082>
- Ruiz-Mallén, I., Riboli-Sasco, L., Ribault, C., Heras, M., Laguna, D., & Perié, L. (2016). Citizen Science: Toward Transformative Learning. *Science Communication*, 38(4), 523-534. <https://doi.org/10.1177/1075547016642241>

- Sarango-Lapo, C. P., Mena, J., & Ramírez-Montoya, M. S. (2017). Teachers' Digital Skills training by using the Educational Innovation based on Evidence methodology (EIBE). In J. Mena, A. García-Valcárcel, F. García-Peñalvo, M. Martín (Eds.), *Search and Research: Teacher Education for Contemporary Contexts*. Editions Universidad de Salamanca. 1005–1014.
- Sarango-Lapo, C. P., Mena, J. J., & Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Evidence-based educational innovation model in the framework of Education 4.0: promoting digital information competencies for teachers. *Sustainability*, 13(18), 10034. <https://doi.org/10.3390/su131810034>
- Schwab, K. (2015). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Spasiano, A., Grimaldi, S., Braccini, A. M., Nardi, F. (2021). Towards a transdisciplinary theoretical framework of citizen science: results from a meta-review analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/su13147904>
- Strasser, J., Baudry, J., Mahr, D., Sanchez, G., & Tancoigne, E. (2019). "Citizen Science"? Rethinking Science and Public Participation. *Science & Technology Studies*, 32(2), 52-76. <https://doi.org/10.23987/sts.60425>
- Stubbs, J., Cardone, R., Packard, M., Jamthe, A., Padhy, S., Terry, S., Looney, J., Meiring, J., Black, S., Dahan, M., Cleveland, S., & Jacobs, G., (2021). Tapis: An API Platform for Reproducible, Distributed Computational Research. In K. Arai K. (Ed.), *Advances in Information and Communication. FICC 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1363*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73100-7_61
- Tancoigne, E. (2017). *Four things Twitter tells us about "Citizen Science" (and 1,000 things it doesn't)*. <http://citizensciences.net/2017/01/26/4-things-twitter-tells-us-about-citizen-science/>
- Teng, W., & Albayrak, A. (2017). Framework for processing citizen science data for applications to NASA earth science missions. *IGTF 2017 - Imaging and Geospatial Technology Forum 2017*, ASPRS Annual Conference. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20170002319>
- UNDAF (2016). *Theory of Change Concept Note*. United Nations Development Group Latin America and the Caribbean. <https://unsdg.un.org/sites/default/files/16.-2016-10-18-Guidance-on-ToC-PSG-LAC.pdf>
- UNDAF (2017). *Theory of Change UNDAF Companion Guidance*. United Nations Sustainable Development Group. <https://unsdg.un.org/sites/default/files/UNDG-UNDAF-Companion-Pieces-7-Theory-of-Change.pdf>
- UNEP (2019). *The untapped potential of citizen science to track progress on the Sustainable Development Goals*. UN Environment Programme. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/untapped-potential-citizen-science-track-progress-sustainable-development>
- UNESCO (2021a). *UNESCO Recommendation on Open Science*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949.locale=en>
- UNESCO (2021b). *UNESCO SCIENCE REPORT: The race against time for smarter development*. UNESCO, pp. 12-16. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377447?13=null&queryId=2a545ebd-33c2-4993-8e0a-93af21336ebd>
- Van Kleek, M., & Simperl, E. (2017). From Crowd to Community: A Survey of Online Community Features in Citizen Science Projects. *CSCW '17: Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social*

- Computing. 2137-2152. <https://doi.org/10.1145/2998181.2998302>
- Warnecke, D., Wittstock, R., & Teuteberg, F. (2019). Benchmarking of European smart cities – a maturity model and web-based self-assessment tool. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 10(4), 654-684. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-03-2018-0057>
- Welvaert, M., & Caley, P. (2016). Citizen surveillance for environmental monitoring: combining the efforts of citizen science and crowdsourcing in a quantitative data framework. *SpringerPlus*, 5(1), <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3583-5>
- Wiggins, A., & Crowston, K. (2011). From Conservation to Crowdsourcing: A Typology of Citizen Science. *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2011.207>
- Yang, D., Wan, H. Y., Huang, T.-K., & Liu, J. (2019). The role of citizen science in conservation under the telecoupling framework. *Sustainability (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/su11041108>
- Zourou, K., & Tseliou, A. (2020). Academia permeating society through Citizen Science: Recommendations for Higher Education Institutions. INOS consortium. In T. Gibson, S. J. Murray, S. Erdelez, B. A. Disney, & B. Greenspan (2018), Digital humanities, libraries, and crowdsourcing: Foundations of digital textual technologies. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 55(1), 808-810. <https://doi.org/10.1002/pr2.2018.14505501126>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021





Fecha de aceptación del artículo: 01/04/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 18/04/2022

Análisis de la perspectiva digital en los marcos de competencias docentes en Educación Superior en España

Analysis of the Digital Perspective in the Frameworks of Teaching Competencies in Higher Education in Spain



-  Sara Buils - *Universitat Jaume I (España)*
-  Francesc M. Esteve-Mon - *Universitat Jaume I (España)*
-  Lucía Sánchez-Tarazaga - *Universitat Jaume I (España)*
-  Patricia Arroyo-Ainsa - *Universitat Jaume I (España)*

RESUMEN

A pesar de la relevancia de la competencia digital docente (CDD), poca literatura analiza los marcos genéricos de competencias docentes desde una visión digital. El objetivo principal de esta investigación es conocer la perspectiva digital que se plantea en los diferentes marcos de competencias docentes en Educación Superior en España durante las dos primeras décadas del siglo XXI. Así, mediante una revisión de revisiones, se pretende identificar los marcos de competencias que: (1) definen la CDD como una competencia específica; (2) que la definen como una subcompetencia o dentro de una competencia específica; o (3) que la incluyen de manera transversal. Para ello, se ha realizado un análisis de contenido de 25 marcos competenciales publicados entre los años 2000 y 2020. Los resultados ponen de manifiesto la predominancia del sentido instrumental de las tecnologías digitales (TD) en la función docente, ligada íntimamente al proceso de enseñanza-aprendizaje (E-A) y a la necesidad de transformación e innovación de la docencia. Sin embargo, se detecta una necesidad de ampliar la incorporación de la CDD en el resto de las competencias del profesorado dados los actuales retos socioeducativos derivados de la inmersión digital en todos los aspectos de la vida. Así pues, también predomina una ausencia del desarrollo de la competencia digital del alumnado en relación con la tarea docente.

Palabras clave: competencia digital docente; educación superior; universidad; marco de competencias; análisis de contenido.

ABSTRACT

Despite the relevance of teaching digital competence (TDC), few literature analyzes generic teaching competence frameworks from a digital perspective. The main objective of this research is to know the digital perspective that arises in the different frameworks of teaching competencies in Higher Education in Spain during the first two decades of the 21st century. Thus, through a review of reviews, it is intended to identify the competences frameworks that: (1) define TDC as a specific competence; (2) that define it as a sub-competence or within a specific competence; or (3) that include it transversally. To do this, a content analysis of 25 competency frameworks published between 2000 and 2020 has been carried out. The outcomes show the predominance of the instrumental sense of digital technologies (DT) in the teaching function, closely linked to the teaching-learning process (T-L) and the need for transformation and innovation in teaching. However, there is a need to expand the incorporation of TDC in the rest of teachers' competencies given the current socio-educational challenges derived from digital immersion in all aspects of life. Therefore, there is also an absence of the development of students' digital competence in relation to the teaching task.

Keywords: teaching digital competence; higher education; university; competency framework; content analysis.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, nos encontramos en un momento de constantes cambios, en los cuales la universidad debe adaptarse y velar por las tres grandes funciones que tiene encomendadas: investigación, docencia y extensión de la cultura (Rueda, 2018). Asimismo, con la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior, han acontecido grandes cambios en la política educativa universitaria, principalmente impulsando la educación basada en competencias. Ello ha supuesto un replanteamiento de la formación docente de la universidad europea, enfocándose en el papel del profesorado para conseguir la calidad educativa universitaria. Los docentes deben estar formados en pedagogías innovadoras que hagan uso de las tecnologías digitales (TD¹) para hacer frente a las demandas de la sociedad actual, adaptando las estrategias metodológicas al contexto y al alumnado para conseguir un aprendizaje significativo, fomentando competencias transversales (Caena y Redecker, 2019).

Con ello, ha emergido interés en caracterizar el nuevo perfil profesional docente, recopilando y analizando las competencias específicas requeridas. Actualmente, encontramos muchos estudios sobre competencias docentes universitarias que incluyen las TD (por ejemplo, Alcalá del Olmo, 2019; Castañeda et al., 2018; Medina et al., 2019). Es relevante analizar esa visión digital que se adoptan en las definiciones de marcos competenciales, teniendo en cuenta que la digitalización educativa se ha consolidado y evidenciado tras la pandemia COVID-19 en 2020, derivando en un fenómeno digital que da lugar a nuevas maneras de interactuar, aprender, participar e informarse (Moraño-Fernández et al., 2021). También se ha acentuado la necesidad de trabajar la autocrítica docente para mejorar la pedagogía educativa con la utilización de TD con tal de propiciar una transformación digital real (Bilbao-Aiastui et al., 2021). Además, el docente juega un rol primordial en la implementación de las TD en el aula, ya que la transformación educativa depende en gran medida de que sean competentes digitalmente para integrar y utilizar las TD pedagógicamente (Basilotta et al., 2022). Cabe destacar que la mayoría de las descripciones de la CDD se basan en una visión de las TD como instrumento neutro al servicio de los docentes, todo ello sobre una perspectiva determinista que sitúa a la revolución digital como causante esencial del cambio social (Castañeda et al., 2018).

Por todo lo expuesto, el objetivo de este estudio es conocer la perspectiva digital que se plantea en los diferentes marcos de competencias docentes en Educación Superior en el contexto español a partir de un análisis documental y de contenido de la literatura publicada en las dos primeras décadas del siglo actual.

PERSPECTIVAS DIGITALES ADOPTADAS EN LAS COMPETENCIAS DOCENTES

La importancia de establecer un marco de competencias docentes radica en su función orientadora en la definición de estrategias formativas dentro de su cambiante contexto profesional, así como evaluadora del propio ejercicio docente durante su desarrollo profesional, promoviendo la flexibilización e innovación metodológica (Álvarez-Rojo et al., 2009; Higuera-Rodríguez et al., 2020). Los marcos de competencias docentes a nivel nacional deben tomar en consideración determinadas variables para su adecuada configuración, como son: (1) la cultura del país; (2) consensos sobre temas importantes, como la finalidad educativa o la definición de calidad de la enseñanza; (3) las dimensiones profesionales del docente; (4) los resultados de aprendizaje esperados de los discentes, sin exceder el foco de atención en ello; y (5) la combinación de estabilidad, duración y flexibilidad (Sánchez-Tarazaga, 2016). En esta investigación nos hemos centrado en el contexto español para conocer cómo estas cuestiones se ven reflejadas en las diferentes investigaciones en relación a las competencias docentes a nivel universitario en el contexto nacional. Y, de manera especial, en aquellas que se refieran a la competencia digital (CD), porque como indican Girón-Escudero et al. (2019), la creciente digitalización e interconexión de la sociedad debe reflejarse en el uso de tales tecnologías en el desempeño docente. De hecho, es determinante el desarrollo de la CD del docente universitario y se ha convertido en una prioridad educativa en los sistemas educativos del mundo (Comisión Europea, 2020; Silva et al., 2019; UNESCO, 2019). Ser profesor competente en esta área implica diseñar y transformar las prácticas de aula (Hall et al., 2014, Koehler y Mishra, 2008), utilizando las TD para llevar a cabo su tarea de la manera más adecuada posible al contexto (Esteve et al., 2018), a la par que se desarrollan las CD del alumnado. Es una labor esencial del docente propiciar oportunidades de aprendizaje al alumnado para aumentar sus capacidades (Caena y Redecker, 2019) y motivar sus competencias para un aprendizaje permanente y colaborativo en sociedad mediante las TD (Romero-García et al., 2020).

Como indica la UNESCO (2019), una de las competencias esenciales que debe reunir el docente universitario, es la enseñanza de las TD, en relación con la necesidad de conocer las diferentes aplicaciones de estas en la tarea profesional del docente universitario. Algunas de las principales barreras que se han identificado en cuanto al adecuado uso de las TD de los docentes, han sido las dificultades de acceso a la tecnología y la carencia temporal para dedicarse al desarrollo de su CD con relación a una mejora de la enseñanza (Comisión Europea, 2019; OECD, 2020). Si bien el Consejo de la Unión Europea (2018) define competencia digital como “el uso seguro, crítico y responsable de las tecnologías digitales para el aprendizaje, el trabajo y la participación en la sociedad, así como su interacción con ellas” (p.9), en los últimos años ha emergido el concepto de competencia digital docente (CDD) (Falloon, 2020). Krumsvik (2012) define la CDD en tres niveles o componentes

clave: (a) las habilidades digitales básicas, es decir, el uso adecuado de las TD para acceder a la información y comunicarse en situaciones diversas; (b) la competencia didáctica con las TD; y (c) la capacidad de usar las TD para seguir aprendiendo de manera continua, y hacer consciente de ello también a su propio alumnado. Aunque se trata de un concepto muy extendido a nivel preuniversitario, cada vez existen más estudios que lo abordan a nivel universitario (Esteve-Mon et al., 2020; Uerz et al., 2021). La importancia de desarrollar dicha CDD radica en el hecho de que se promueva la integración de las TD en la docencia universitaria, a la par que se contribuya a preparar a las nuevas generaciones para ser ciudadanos activos en un mundo digitalizado (Klapproth et al., 2020; Tonner-Saunders y Shimi, 2021). Resulta relevante destacar también el marco de competencias para profesores propuesto por UNESCO (Wilson et al., 2011) ya que enfatiza en la necesidad de formar sobre alfabetización mediática e informacional (AMI). Desde esta perspectiva de educación mediática, son múltiples los autores que inciden en la importancia de desarrollar en las personas una adecuada comprensión y expresión crítica, que vaya más allá de la visión instrumental de la tecnología y de la mera alfabetización digital (Ferrés y Piscitelli, 2012; García-Ruiz y Pérez-Escoda, 2020; Gutiérrez y Tyner, 2012; Osuna-Acedo et al., 2018).

A través del *Plan de Acción de Educación Digital: 2021-2027*, la Comisión Europea (2020) pretende potenciar la capacidad de los docentes en utilizar las TD “con habilidad, equidad y eficacia”, mejorando así la calidad educativa. Este plan es elaborado en base al Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores de la Comisión Europea o “DigCompEdu” (Redecker y Punie, 2017), el cual propone 22 competencias digitales divididas en seis áreas: (1) Compromiso profesional; (2) Recursos/contenidos digitales; (3) Enseñanza y aprendizaje; (4) Evaluación; (5) Fortalecer al alumnado y sus competencias; y (6) Desarrollo de la CD del alumnado. Partiendo de estas áreas, Torres-Barzabal et al. (2022) señalan importante atender a aspectos de la CDD relacionados con el liderazgo pedagógico, el uso de recursos para la evaluación y la mejora del rendimiento del alumnado, eliminando así cualquier brecha de accesibilidad o uso de las TD, a raíz de la creciente presencia de la tecnología en educación y en la vida diaria en general (Rahiem, 2020). Así pues, existen diferentes marcos de competencias, tanto nacionales como internacionales, que han hecho frente a estos retos. La importancia de tenerlos en cuenta reside, especialmente, en la justificación de decisiones en la formación inicial y permanente del profesorado universitario (Castañeda et al. 2018).

MÉTODO

El presente trabajo se enmarca en un proyecto competitivo de I+D (Ref: UJIA2020-18) del Plan de promoción de la investigación de la Universitat Jaume I (Castellón, España). El objetivo principal de esta investigación es conocer la

perspectiva digital que se plantea en los diferentes marcos de competencias docentes en Educación Superior en el contexto español. Así pues, los objetivos específicos son:

1. Identificar los marcos de competencias docentes que definen la CD como competencia específica.
2. Conocer los marcos de competencias docentes que definen la CD como una subcompetencia o dentro de una competencia específica.
3. Distinguir los marcos de competencias docentes que toman la CD de manera transversal.

En este sentido, se entiende por competencia específica aquella que los autores establecen como competencia genérica dentro del marco de competencias, mientras que se toma como subcompetencia aquellas referencias a la CDD o al uso de las TD en la docencia dentro de otra competencia genérica docente, sin establecerla como principal en la misma enumeración de competencias. En cuanto al tercer objetivo, se incluyen aquellos marcos que atribuyen a la CDD un valor transversal que incide de alguna manera en diferentes aspectos del desarrollo profesional docente (DPD), y por tanto, en diferentes competencias genéricas docentes.

Este estudio es una revisión de revisiones, la cual es un nivel terciario de análisis, que tiene por objeto realizar un mapa sistemático o una síntesis de revisiones anteriores (Zawacki-Richter et al., 2020). En este caso, las fuentes de segundo nivel de análisis de las que se ha partido han sido Gallent Torres (2015) y Villa (2020). Dado que es una revisión de revisiones, los criterios de inclusión que se han utilizado coinciden con el estudio de Gallent Torres (2015): relevancia y actualidad de las aportaciones, calidad y fundamentación de las fuentes, haber sido estudios de referencia en otras investigaciones especializadas y contribuciones asociadas con lo que representa ser un buen docente universitario. También se adoptan los criterios de inclusión de Villa (2020), adaptado de Campo (2016): adecuación con el nuevo enfoque de enseñanza, su relevancia en los últimos 20 años y de ámbito universitario. A ello, se ha añadido como criterios de inclusión: marcos de competencia genéricos, horizonte temporal 2000-2020 y propuestas nacionales (España).

Se ha seguido el método de investigación cualitativo mediante el análisis documental y de contenido (Krippendorff, 2018). Para categorizar y sintetizar los resultados de dicho análisis se ha partido de variables cualitativas politómicas nominales, en que se ha tenido en cuenta la relación de igualdad o desigualdad de las aportaciones de cada marco de competencias para determinar si pertenece o no a una categoría determinada (Garriga-Trillo et al., 2009); en este caso: a) si se toma la CD como una competencia única, b) como subcompetencia, c) transversalmente o d) si no la consideran. La muestra obtenida está conformada por 25 marcos competenciales que se resumen en la Tabla 1:

Tabla 1
Muestra del marco de competencias

Autor/es	Nº total de competencias	CD específica	CD en subcompetencia	CD transversal	Omisión de la CD
Apodaca y Grad (2002)	4				X
Rodríguez Espinar (2003)	13	X			
Valcárcel (2003)	13		X		
Gros y Romañá (2004)	13				X
Cifuentes et al. (2005)	5	X			
Pérez Curiel (2005)	5				X
Villa y García (2006)	17	X			
Rodríguez Espinar et al. (2008)	18				X
Ruiz Bueno et al. (2008)	13		X		
Saravia (2008)	4			X	
Álvarez-Rojo et al. (2009)	14	X			
Bozu y Canto (2009)	7		X		
Tejada (2009)	11		X		

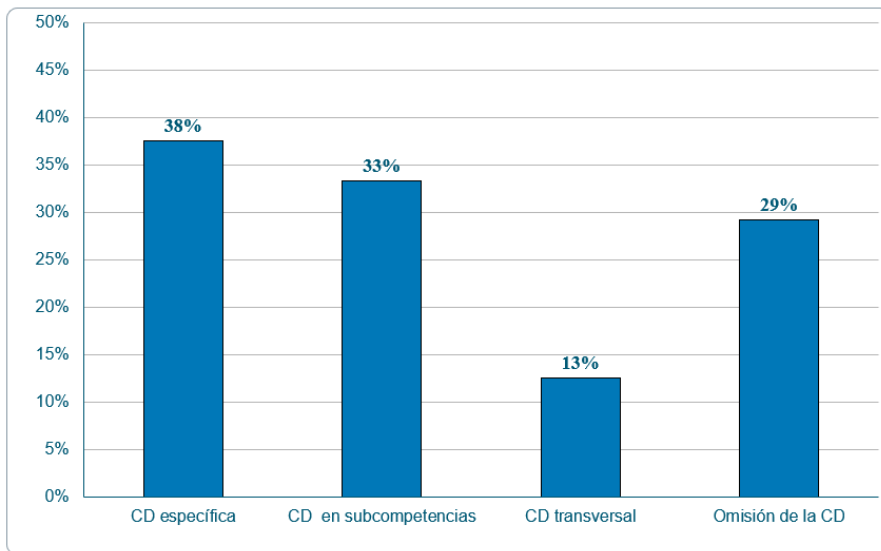
Autor/es	Nº total de competencias	CD específica	CD en subcompetencia	CD transversal	Omisión de la CD
Casero Martínez (2010)	7				X
Ortega Navas (2010)	8	X			
Zabalza (2010)	10	X			
Gargallo et al. (2011)	47		X		
Mas-Torelló (2011)	6		X	X	
Medina et al. (2011)	11				X
Torra et al. (2012)	6		X		
De Juanas Oliva y Beltrán Llera (2014)	4				X
Domínguez et al. (2014)	12		X		
Sayós et al. (2014)	6	X			
Alcalá del Olmo (2019)	11	X			
Medina et al. (2019)	6	X			

RESULTADOS

A continuación, se muestra un diagrama de barras en que se representan con frecuencias absolutas los resultados del análisis de las competencias docentes (Figura 1), las cuales no son excluyentes entre sí (por ejemplo, se puede definir una CD específica a la par que adoptar una visión transversal de esta en el DPD).

Figura 1

Resultados cuantitativos de la perspectiva de la competencia digital que se adopta en los marcos competenciales



Fuente: Elaboración propia.

Competencia digital específica

De los 25 marcos competenciales, 9 consideran la CD como una competencia principal que debe tener el buen profesor universitario. Incluyen la CD en el dominio y utilización de las TIC, sobre todo, como elemento metodológico-didáctico, dentro del diseño y planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje (E-A). Se habla de las posibilidades que ofrecen las TD como herramienta para transformar modelos de formación y aprendizaje profesional, así como las fuentes y recursos utilizados (Alcalá del Olmo, 2019; Zabalza, 2010). Unos ejemplos de estas posibilidades a destacar son: facilitar búsquedas y tratamiento de la información, superar barreras espaciales y temporales o fomentar el aprendizaje cooperativo y formación de redes de interacción entre profesores y/o estudiantes (Alcalá del Olmo, 2019; Álvarez-Royo et al., 2009). Esa visión transformadora es un eje vertebrador para Zabalza (2010) en la competencia del manejo de las TD, quien considera la tecnología como un elemento con el que se modifiquen las técnicas disciplinarias. Por ejemplo, utilizar las tecnologías para generar debates, reflexión y aprendizaje guiado. De manera similar, Ortega Navas (2010) establece las “Competencias tecnológicas”, las cuales hacen referencia al desarrollo de procesos de búsqueda, selección y síntesis de la

información mediante las posibilidades que ofrecen las TIC para la labor docente. La autora indica el interés de las instituciones europeas en preparar a los docentes para la “sociedad del conocimiento”. Asocia el cambio metodológico del rol docente para la promoción del aprendizaje activo del estudiantado con el uso de las TIC en el proceso de enseñanza.

Domínguez et al. (2014) incluyen la “Integración de medios y TIC”, en la cual remarcan como tarea de formación y desarrollo de la competencia elaborar materiales didácticos mediante TD. Indican que el DPD debe encaminarse a la capacitación del estudiantado en competencias que les permita ser profesionales solidarios, creativos, emprendedores, con habilidad de liderazgo, de organización y de uso singular de las TIC. Medina et al. (2019) establecen la competencia “Digital/Integración de medios” o competencia medial (Sevillano, 2015). Inciden en el cambio educativo precedido de procesos de selección, adaptación e integración de medios tecnológicos para mejorar la enseñanza y la interacción entre docentes y estudiantes. Además, contemplan la opción formativa de selección de herramientas TIC y su adaptación a las nuevas modalidades educativas, teniendo en cuenta su incidencia y su impacto en las prácticas educativas.

Competencia digital en subcompetencias

Por otro lado, 8 de los 25 marcos competenciales tienen en cuenta la CD y la establecen como subcompetencia o unidad competencial relacionada con la CDD. En este apartado, también se incluyen aquellos autores que explicitan la CD como indispensable para el desarrollo profesional docente. Es el caso de Gros y Romañá (2004), quienes consideran las TD como apoyo para la transformación, tomando su potencialidad en la docencia universitaria, sin olvidar el necesario replanteamiento de la docencia que conlleva. Asimismo, Ruiz Bueno et al. (2008) integran las competencias para aplicar estrategias multivariadas y flexibles mediante el uso de las TD, conectando la CDD con el desarrollo metodológico docente. También recalcan la importancia de extrapolar el conocimiento procedimental de los medios tecnológicos a otros recursos para que las estrategias sean multivariadas.

La subcompetencia digital la establecen autores como Bozu y Canto (2009), quienes la incluyen dentro de las “Competencias en el ámbito didáctico”, para aplicar recursos didácticos tecnológicos más apropiados. En la misma línea, Tejada (2009) incluye el uso de las TD para ofrecer distintos medios y recursos didácticos, dentro de las competencias psicopedagógicas y metodológicas, con tal de incidir más en el acto relacional que en el de transmisión: “Si consideramos las TIC, no cabe duda que el papel docente queda trastocado, por no decir radicalmente transformado” (p.12). Esta perspectiva de interacción mediante las TD también la promueven Torra et al. (2012), con la competencia comunicativa; y Gargallo et al. (2011), quienes señalan aquellas tareas que son fundamentales para ser un “profesor competente”, por lo que proponen el “Modelo centrado en el aprendizaje, en el alumno”.

Cabe señalar la clasificación de Torra et al. (2012), ya que, en un primer momento, incluyeron la competencia tecnológica como genérica, pero terminaron por incluirla en la competencia metodológica, debido a que consideraban las TIC como un aspecto más de la metodología docente. Así pues, se utilizan las tecnologías como medio y soporte para la mejora de la enseñanza (Sayós et al., 2014; Torra et al., 2012). También es el caso de Mas-Torelló (2011), quien especifica en la competencia de “Desarrollar el proceso de E-A propiciando oportunidades de aprendizaje tanto individual como grupal” las siguientes subcompetencias relacionadas con las TIC: (1) aplicar estrategias metodológicas multivariadas acorde con los objetivos; (2) utilizar diferentes medios didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje; (3) utilizar las TIC para la combinación del trabajo presencial y no presencial del alumno; (4) gestionar los recursos e infraestructura aportados por la institución; y (5) gestionar entornos virtuales de aprendizaje.

Mas-Torelló y Olmos-Rueda (2016), quienes estudian la autopercepción de las competencias docentes, basándose en la clasificación de Mas-Torelló (2011), remarcan que los docentes no pueden ignorar las innovaciones tecnológicas que se van introduciendo en todos sus contextos, por lo que señalan que el docente deberá tener unas competencias determinadas para utilizar, seleccionar y adaptar dichos medios, a la par que también crear materiales y medios digitales, mediante la investigación sobre la utilización y la combinación metodológica de la tecnología con el fin de mejorar la docencia.

Competencia digital transversal

Finalmente, en este estudio se quiere también incluir aquellos marcos competenciales que toman las TD como un elemento transversal en la formación y desarrollo profesional docente universitario, tomando en consideración la permeabilidad de dichos medios en nuestro entorno, interacción, aprendizaje y crecimiento personal, profesional y social. Sin embargo, sólo tres marcos las han considerado como tal. Saravia (2008) propone además unas competencias transversales requeridas en la dimensión laboral que son: “gestión de recursos, dominio tecnológico, comprensión sistémica, gestión de la información” (p. 144), las cuales se incluyen dentro de los aspectos críticos relacionados con el rol y los retos del profesorado que expone.

En el caso de Álvarez-Rojo et al. (2009), hablan implícitamente de las posibilidades que ofrecen las TD como herramientas para transformar modelos de formación y aprendizaje profesional, así como las fuentes y recursos utilizados, desde una visión más holística en la formación docente dentro del marco competencial del DPD. Por otro lado, Mas-Torelló (2011), además de considerar la CD implícitamente en subcompetencias, también adquiere una visión general de esta, ya que en la segunda competencia del proceso de E-A, remarca que el docente debe estar informado y concienciado sobre las innovaciones tecnológicas que se introducen en

su contexto social, campo curricular y ámbito pedagógico. Marca la necesidad de que el profesor universitario tenga competencias concretas para el uso, selección, adaptación y creación de esos medios tecnológicos; además de investigar sobre el uso y combinación metodológica y tecnológica para aumentar la calidad de su acción mediadora.

Cabe destacar que 7 de los 25 marcos de competencias analizados no incluyen la CD de manera directa en la enunciación de las competencias docentes requeridas en el desarrollo profesional del docente universitario.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La CDD carece de una definición estandarizada y son varios los marcos que han intentado definirla (Cabero-Almenara et al., 2020), aunque faltan estudios que analicen la visión digital dentro de los marcos genéricos de competencias docentes a nivel universitario. El análisis llevado a cabo permite conocer dicha perspectiva digital adoptada, identificando los marcos competenciales que incluyen la CD como específica, subcompetencia, transversal o excluida. En lo relativo al primer objetivo específico, casi el 40% establecen la CD como competencia específica, por lo que un considerable número de autores adoptan la visión digital en la definición del perfil docente. Estos resultados se pueden relacionar con los obtenidos en cuanto al segundo objetivo, ya que hasta un 33% establecen la CD como una subcompetencia o característica principal de una competencia específica.

Considerando que más del 70% incluye la CD en el marco genérico competencial, es relevante destacar que en su mayoría se ha vinculado con un objetivo didáctico-metodológico, que proporciona un enfoque más dinámico, atractivo e interactivo y favorece un aprendizaje más significativo (Zabalza, 2010); propiciando oportunidades de aprendizaje individual y grupal (Mas-Torelló, 2011). Así pues, lo relacionan con la mejora educativa, tomando las TD como herramienta transformadora de la propia docencia. Este posicionamiento también se vincula con el propósito de incluir la CD para promover la actualización o innovación de la docencia (Medina et al., 2019). En menor medida, se incluye por razones de comunicación e interacción entre los diferentes agentes educativos (Rodríguez Espinar et al, 2008; Torra et al., 2012). El hecho de considerar las TD como precursoras del cambio socioeducativo, puede apuntar a un cierto posicionamiento determinista en el que se consideran las TD como precursoras del cambio social, más allá del control humano (Castañeda et al., 2018). Además de haber entre los docentes una percepción general de déficit cualificativo y formativo de CD pedagógica (Area y Adell, 2021; Pozo-Sánchez et al., 2020), se puede decir que la extensa visión instrumentalista y pedagógica de las TD va en relación al impulso de la nueva generación de recursos didácticos en formato digital, teniendo en cuenta la trascendencia de la cultura digital (Area y Adell, 2021).

Aunque la mayoría atribuya un papel pasivo al docente como receptor que utiliza las TD a su disposición en el aula, unos pocos lo asocian con un rol activo como

creador con el uso e integración de las TD en la docencia (Álvarez-Rojo et al., 2009; Gargallo et al., 2011 y Domínguez et al., 2014). Dicho rol activo se puede considerar como punto de inicio de la adecuación educativa, ya que no es suficiente la dotación de recursos para garantizar el éxito y la innovación educativa (Sánchez-López et al., 2021), sino que es necesario atender a las actitudes frente a las TD y su uso, para ser capaces de aprovechar su potencial para el proceso de E-A (Paz-Saavedra et al., 2022). Es necesario enfocarnos en la implicación docente en el desarrollo de la CD del estudiantado, ya que, generalmente, relacionan el cambio de rol del profesorado con el cambio de aprendizaje del alumnado (Domínguez, 2014), para que éste sea más activo y participativo. En cambio, se deja de lado la contextualización y aprendizaje social para la potencialización de la CD de los alumnos para que sean ciudadanos autónomos y autodidactas (Tonner-Saunders y Shimi, 2021; UNESCO, 2011). Por tanto, queda patente la necesidad de reorientar la enseñanza en el uso de las tecnologías, promoviendo la pedagogía reflexiva de las mismas (Vykrushch et al., 2020).

Mientras la mayoría considera la CDD como una competencia aislada, enfocada al proceso de E-A, existe una minoría que señala la necesidad de su transversalidad, siendo imprescindible en la actual sociedad del conocimiento para la mejora de la calidad educativa e institucional (Mas-Torelló y Pozos, 2012). Esto tiene relación con la necesidad de transformar el rol docente hacia un agente social activo que utilice las TD de manera comprometida socialmente, atendiendo a los cambiantes contextos e interacciones que intervienen y condicionan las prácticas docentes y el aprendizaje del alumnado (Esteve et al., 2018).

En cuanto a los marcos que omiten la CD, la mayoría se trata de estudios pertenecientes a la primera década, por lo que podría considerarse el factor del avance tecnológico como influyente en la inmersión de esta competencia en el marco genérico. El hecho de que cerca del 30% no considere la CD dentro del marco genérico de competencias, puede reflejar el déficit encontrado en la formación de CDD (Pozo-Sánchez et al., 2020). Esta tendencia de separar la CD del marco genérico iría en detrimento no sólo de la capacidad docente de utilización técnica y pedagógica de las TD, sino también del aprendizaje del alumnado, al dejar de lado su competencia mediática en la realidad socio-digital que viven (Sánchez-López et al., 2021). En línea con los planteamientos de la Comisión Europea (2013), la CDD debería atender a la promoción de una ciudadanía ética, participativa, crítica, reflexiva y responsable con la utilización de TD, atendiendo a la inclusión curricular de los medios digitales y a la alfabetización digital tan necesaria en este siglo (Ferrés y Piscitelli, 2012; Gutiérrez y Tyner, 2012).

Partir de un marco de competencia digital diferenciado podría motivar formaciones específicas más experimentales y prácticas para un aprendizaje continuo sobre los cambiantes entornos digitales educativos, sobre todo, en el uso pedagógico de la tecnología (Basilotta et al., 2022; Dias-Trindade y Ferreira, 2020). Así pues, los modelos de competencia digital docente contribuyen a una mejora

de la calidad educativa y pueden servir para orientar la formación docente inicial y permanente con tal de adquirir una mejor competencia digital, involucrando al propio profesorado en el proceso reflexivo para mejorar su DPD (Caena y Redecker, 2019; Jiménez-Hernández et al., 2021; Paz-Saavedra et al., 2022).

Para dar respuesta a esas necesidades actuales de adquirir una CDD adaptada al mundo digital en constante cambio, cabría plantearse incluir de manera transversal el uso de las tecnologías digitales, incluyendo la CD interdisciplinariamente en todas las otras competencias genéricas, considerando la permeabilidad de la tecnología que hay actualmente, acometiendo cambios en el sistema educativo (Tonner-Saunders y Shimi, 2021). Por tanto, se debería partir de un modelo de integración de la CD en el DPD en que se parta de las propias necesidades de formación continua respecto al uso de las TD (Basilotta et al., 2022; Mas-Torelló y Pozos, 2012). Es por ello que debemos atender al Modelo de Competencia Integral en el Mundo Digital (Castañeda et al., 2021). Este modelo va más allá del enfoque conductual y taxonómico promovido por el marco DigCompEdu, el cual contribuye a la visión aislada de la acción educativa en el aula, sin considerar el compromiso sociopolítico de agentes educativos en el desarrollo comunitario, tomando las TD como herramienta neutra de valores (Area y Adell, 2021; Castañeda et al., 2018). Porque, desde un punto de vista socio-material, las tecnologías educativas forman parte de estrategias de transformación más generales con determinados propósitos e intereses (Adell et al., 2018).

Finalmente, como posibles limitaciones del trabajo, cabría atender a las definiciones o concepciones de CD de las que parte cada marco, ya que puede estar implícita en otras competencias generales docentes. En este sentido, se ha de atender a la competencia digital como el conjunto de competencia tecnológica y competencia informacional que proponen muchos autores (Torres-Barzabal et al., 2022), ya que se deben desarrollar las habilidades y destrezas implicadas en la transformación de la información en conocimiento para que éste sea compartido (González Martínez et al., 2012). Todo ello, teniendo en cuenta que la contemporaneidad nos trae el fenómeno digital, que abre camino a nuevas vías de interacción, aprendizaje, obtención de la información y participación (Moraño-Fernández et al., 2021; Sánchez-López et al., 2021) en todos los ámbitos y conglomerados socioeducativos. Además, por razones de limitación de espacio no se han abordado marcos desde diferentes perspectivas; así pues, forma parte de la prospectiva del estudio. Otra línea por explorar en el eje del presente trabajo, es la aportación internacional de dicha visión digital en los marcos de competencias genéricas docentes a nivel universitario, por lo que se podrían estudiar investigaciones internacionales.

En suma, los resultados de esta investigación muestran que los marcos de competencias docentes en educación superior se centran en una visión digital parcial, instrumental y centrada en el rol docente. Por ello, es necesario continuar en el estudio de la incorporación transversal de la CD para orientar el DPD, centrándose también en el desarrollo de las competencias digitales del alumnado y ampliando la acción docente más allá del aula. Todo ello, dentro de un contexto caracterizado

por el procesamiento de la información, la generación del conocimiento y las TD, cuestionando las estructuras docentes e institucionales tradicionales establecidas en el ámbito universitario.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia en el marco del proyecto I+D: *Desarrollo profesional e iniciación docente en la universidad (#UniDPD): Políticas, competencias docentes y retos para un mundo digital*, financiado por la Universitat Jaume I, a través de su plan de promoción de la investigación (Ref.: UJI-A2020-18). IP1: Francesc M. Esteve-Mon, IP2: Lucía Sánchez-Tarazaga.

NOTAS

- ¹ Si bien se han encontrado diversas referencias a las tecnologías (NTIC, TIC...), por razones de homogeneidad terminológica se ha optado por referirse siempre a TD.

REFERENCIAS

- Adell, J., Castañeda, L., y Esteve, F. (2018). ¿Hacia la Ubersidad? Conflictos y contradicciones de la universidad digital. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 51-68. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.20669>
- Alcalá del Olmo, M. J. (2019). Identidad profesional y formación del docente universitario: retos e incertidumbres. *Márgenes. Revista de Educación de la Universidad de Málaga*, 0(0), 18-37. <https://doi.org/10.24310/mgnmar.voi0.6201>
- Álvarez-Rojo, V., Asensio-Muñoz, I., Clares, J., del-Frago, R., García-Lupión, B., García-Nieto, N., García-García, M., Gil, J., González-González, D., Guardia, S., Ibarra, M., López-Fuentes, R., Rodríguez-Diéguez, A., Rodríguez-Gómez, G., Rodríguez-Santero, J., Romero, S., y Salmerón P. (2009). Perfiles docentes para el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en el ámbito universitario español. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 15(1). <https://doi.org/10.7203/relieve.15.1.4187>
- Apodaca, P., y Grad, H. (2002). Análisis dimensional de las opiniones de los alumnos universitarios sobre sus profesores: comparación entre técnicas paramétricas y no-paramétricas. *RIE: Revista de Investigación Educativa*, 20(2), 385-409.
- Area, M., y Adell, J. (2021). Tecnologías Digitales y Cambio Educativo. Una Aproximación Crítica. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 19(4). <https://doi.org/10.15366/reice2021.19.4.005>
- Basilotta, V., Matarranz, M., Casado-Aranda, L. A., y Otto, A. (2022). Teachers' digital competencies in higher education: A systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00312-8>
- Bilbao-Aiastui, E. B., Arruti, A., y Carballedo, R. (2021). A systematic literature review

- about the level of digital competences defined by DigCompEdu in higher education. *Aula Abierta*, 50(4), 841-850. <https://doi.org/10.17811/rifie.50.4.2021.841-850>
- Bozu, Z., y Canto Herrera, P. J. (2009). El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 2(2), 87-97.
- Cabero-Almenara, J., Romero-Tena, R., y Palacios-Rodríguez, A. (2020). Evaluation of Teacher Digital Competence Frameworks Through Expert Judgement: The Use of the Expert Competence Coefficient. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(2), 275. <https://doi.org/10.7821/naer.2020.7.578>
- Caena, F., y Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (Digcompedu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369. <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>
- Campo, L. (2016). *Evaluación de las competencias docentes en el ámbito universitario: un sistema de 360º. Aplicación en dos universidades chilenas* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Deusto, Bilbao.
- Casero Martínez, A. (2010). ¿Cómo es el buen profesor universitario según el alumnado? *Revista Española de Pedagogía*, 68, 246, 223-242.
- Castañeda, L., Esteve, F., y Adell, J. (2018). ¿Por qué es necesario repensar la competencia docente para el mundo digital? *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 56(6). <https://doi.org/10.6018/red/56/6>
- Castañeda, L., Esteve-Mon, F., Adell, J., y Prestridge, S. (2021). International insights about a holistic model of teaching competence for a digital era: the digital teacher framework reviewed. *European Journal of Teacher Education*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1991304>
- Cifuentes, P., Alcalá del Olmo, M. J., y Blázquez, M. R. (2005). Rol de profesorado en el EEES. *XI Congreso de Formación del profesorado*. Segovia, 17, 18 y 19 de febrero. <https://www.redalyc.org/pdf/2170/217017180003.pdf>
- Comisión Europea (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. <https://bit.ly/3pB1ZOA>
- Comisión Europea (2019). *Learning and Skills for the Digital Era*. <https://bit.ly/3sd8d5Ls>
- Comisión Europea (2020). *Digital Education Action Plan 2021-2027: Resetting Education and Training for the Digital Age*. <https://bit.ly/3qDhYJC>
- Consejo de la Unión Europea (2018). Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=SV](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=SV)
- De Juanas Oliva, A., y Beltrán Llera, J. A. (2014). Valoraciones de los estudiantes de Ciencias de la Educación sobre la calidad de la docencia universitaria. *Educación XXI*, 17(1), 59-82. <https://doi.org/10.5944/educxxi.17.1.10705>
- Dias-Trindade, S., y Ferreira, A. (2020). Digital teaching skills: DigCompEdu CheckIn as an evolution process from literacy to digital fluency. *Revista Icono 14. Revista De Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 18(2), 162-187. <https://doi.org/10.7195/ri14.v18i2.1519>
- Domínguez, C., Leví, G. C., Medina, A., y Ramos, E. (2014). Las competencias docentes: diagnóstico y actividades innovadoras para su desarrollo en un modelo de educación a distancia. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 12(1), 239-267. <https://doi.org/10.4995/redu.2014.6431>

- Esteve, F., Castañeda, L., y Adell, J. (2018). Un Modelo Holístico de Competencia Docente para el Mundo Digital. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 91(32.1.), 105-116.
- Esteve-Mon, F. M., Llopis-Nebot, M. A., y Adell-Segura, J. (2020). Digital teaching competence of university teachers: A systematic review of the literature. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 15(4), 399-406. <https://doi.org/10.1109/RITA.2020.3033225>
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: The teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68, 2449-2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
- Ferrés, J., y Piscitelli, A. (2012) La competencia mediática: propuesta articulada de dimensiones e indicadores. *Comunicar*, 38, 75-82. <https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-08>
- Gallent Torres, M. C. (2015). *Anàlisi dels qüestionaris d'avaluació docent de les universitats públiques espanyoles sota el marc de l'espai europeu d'educació superior. què avalua, en realitat, l'estudiantat?* (Order No. 10020238). Disponible en ProQuest One Academic. (1768254781). <https://www.proquest.com/dissertations-theses/anàlisi-dels-qüestionaris-davaluació-docent-de/docview/1768254781/se-2?accountid=15297>
- García-Ruiz, R., y Pérez-Escoda, A. (2020). Comunicación y Educación en un mundo digital y conectado. *Revista Icono 14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 18(2), 1-15. <https://doi.org/10.7195/ri14.v18i2.1580>
- Gargallo, B., Suárez, J., Garfella, P. R., y Fernández-March, A. (2011). El cuestionario CEMEDEPU. Un instrumento para la evaluación de la metodología docente y evaluativa de los profesores universitarios. *Estudios sobre Educación*, 21, 9-40.
- Garriga-Trillo, A., Lubin, P., Merino, J. M., Padilla, M., Recio, P., y Suárez, J. C. (2009). *Introducción al análisis de datos*. Editorial UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia).
- Girón-Escudero, V., Cózar-Gutiérrez, R., y González-Calero Somoza, J. A. (2019). Análisis de la autopercepción sobre el nivel de competencia digital docente en la formación inicial de maestros/as. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 22(3), 193-218. <https://doi.org/10.6018/reifop.373421>
- González Martínez, J., Espuny Vidal, C., de Cid Ibeas, M. J., y Gisbert Cervera, M. (2012). INCOTICESO. Cómo autoevaluar y diagnosticar la competencia digital en la Escuela 2.0. *Revista de Investigación Educativa*, 30(2), 287-302. <https://doi.org/10.6018/rie.30.2.117941>
- Gros, B., y Románá, T. (2004). *Ser profesor. Palabras sobre la docencia universitaria*. Octaedro.
- Gutiérrez, A., y Tyner, K. (2012). Educación para los medios, alfabetización mediática y competencia digital. *Comunicar*, 38(19), 31-39. <https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-03>
- Hall, R., Atkins, L., y Fraser, J. (2014). Defining a self-evaluation digital literacy framework for secondary educators: the DigiLit Leicester project. *Res. Learn. Technol.* 22:21440. <https://doi.org/10.3402/rlt.v22.21440>
- Higueras-Rodríguez, L., García-Vita, M. M., y Medina-García, M. (2020). Analysis of Training Offers on Active Methodologies for University Teachers in Spain. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 1223-1234. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.3.1223>
- Jiménez-Hernández, D., Muñoz-Sánchez, P., y Sánchez-Giménez, F. S. (2021). La Competencia Digital Docente, una

- revisión sistemática de los modelos más utilizados. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 105-120. <https://doi.org/10.6018/riite.472351>
- Klapproth, F., Federkeil, L., Heinschke, F., y Jungmann, T. (2020). Teachers Experiences of Stress and their Coping Strategies during COVID-19 Induced Distance Teaching. *Journal of Pedagogical Research*, 4(4), 444-452. <https://doi.org/10.33902/JPR.2020062805>
- Koehler, M. J., y Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. En AACTE (ed). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators* (pp. 3-30). New York: Routledge.
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: an introduction to its methodology*. SAGE. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- Krumsvik, R. J. (2012). Teacher educators' digital competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(3), 269-280. <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.726273>
- Mas-Torelló, O. (2011). El profesor universitario: sus competencias y formación. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 15(3), 195-211.
- Mas-Torelló, O., y Olmos-Rueda, P. (2016). El profesor universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior: la autopercepción de sus competencias docentes actuales y orientaciones para su formación pedagógica. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(69), 437-470
- Mas-Torelló, O., y Pozos, K. V. (2012). Las competencias pedagógicas y digitales del docente universitario. Un elemento en la calidad docente e institucional. *Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI)*, 1(1).
- Medina, A., Domínguez M. C., y Gonçalves, F. (2011). Formación del profesorado universitario en las competencias docentes. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 17, 119-138.
- Medina Rivilla, A., Ruiz-Cabezas, A., Pérez Navío, E., y Medina Domínguez, M. C. (2019). Diagnóstico de un programa de formación de docentes en competencias para el primer año de universidad. *Aula Abierta*, 48(2), 239-250. <https://doi.org/10.17811/riite.48.2.2019.239-250>
- Moraño-Fernández, J. A., Moll-Lopez, S., Sanchez-Ruiz, L. M., Vega-Fleitas, E., Lopez-Alfonso, S., y Puchalt-Lopez, M. (2021). Adapting a Micro-Flip Teaching with E-Learning Resources in Aerospace Engineering Mathematics During COVID-19 Pandemic. En S. I. Ao, H. K. Kim y M. A. Amouzegar (Eds.), *Transactions on Engineering Technologies* (pp. 75-86). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9209-6_6
- OECD (2020). *TALIS 2018 Results (Volume II): Teachers and School Leaders as Valued Professionals*. OECD. <https://bit.ly/3wiOSXM>
- Ortega Navas, M. C. (2010). Competencias emergentes del docente ante las demandas del espacio europeo de educación superior. *Revista Española de Educación Comparada*, 16, 305-327.
- Osuna-Acedo, S., Frau-Meigs, D., y Marta-Lazo, C. (2018). Educación Mediática y Formación del Profesorado. Educomunicación más allá de la Alfabetización Digital. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 91(32.1), 29-42.
- Paz-Saavedra, L. E., Gisbert Cervera, M., y Usart-Rodríguez, M. (2022). Competencia digital docente, actitud y uso de tecnologías digitales por parte de profesores universitarios. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 63, 93-130. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91652>
- Pérez Curiel, M. J. (2005). La formación permanente del profesorado ante los nuevos retos del sistema educativo

- universitario. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 8(1), 1-4.
- Pozo-Sánchez, S., López-Belmonte, J., Rodríguez-García, A. M., y López-Núñez, J. A. (2020). Teachers' digital competence in using and analytically managing information in flipped learning. *Culture and Education*, 32(2), 213-241. <https://doi.org/10.1080/11356405.2020.1741876>
- Rahiem, M.D. (2020). Technological Barriers and Challenges in the Use of ICT during the COVID -19 Emergency Remote Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11B), 6124-6133. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082248>
- Redecker, C., y Punie, Y. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators. DigCompEdu*. JRC Science Hub. European Commission.
- Rodríguez Espinar, S. (2003). Nuevos retos y enfoques en la formación del profesorado universitario. *Revista de educación*, 331, 67-99. <https://doi.org/10.4321/S1575-18132003000300013>
- Rodríguez Espinar, S., Álvarez González, M., Dorio Alcaraz, I., Figuera Mazo, P., Fita Lladó, E., Forner, À., y Torrado Fonseca, M. (2008). *Manual de tutoría universitaria: recursos para la acción*. Octaedro - Universitat de Barcelona.
- Romero-García, C., Buzón-García, O., Sacristán-San-Cristóbal, M., y Navarro-Asencio, E. (2020). Evaluación de un programa para la mejora del aprendizaje y la competencia digital en futuros docentes empleando metodologías activas. *Estudios sobre Educación*, 39, 179-205. <https://doi.org/10.15581/004.39.179-205>
- Rueda, M. (2018). Los retos de la evaluación docente en la universidad. *Publicaciones*, 48(1), 143-159. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v48i1.7334>
- Ruiz Bueno, C., Mas-Torelló, O., Tejada Fernández, J., y Navío Gámez, A. (2008). Funciones y escenarios de actuación del profesor universitario. Apuntes para la definición del perfil basado en competencias. *Revista de la educación superior*, 37(2), 146, 115-132.
- Sánchez-López, I., Bonilla del Río, M., y Oliveira Soares, I. D. (2021). Creatividad digital para transformar el aprendizaje: Empoderamiento desde un enfoque com-educativo. *Comunicar: revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, 69(24), 113-123. <https://doi.org/10.3916/C69-2021-09>
- Sánchez-Tarazaga, L. (2016). Los marcos de competencias docentes: contribución a su estudio desde la política educativa europea. *Journal of supranational policies of education*, 5, 44-67. <https://doi.org/10.15366/jospoe2016.5>
- Saravia, M. A. (2008). Calidad del profesorado: un modelo de competencias académicas. *Revista de investigación educativa*, 26(1), 141-156.
- Sayós, R., Pagés, T., Amador, J. A., y Helga, J. (2014). Ser buen docente ¿Qué opinan los estudiantes de la Universidad de Barcelona? *Revista Iberoamericana de Psicología y Salud*, 5(2), 135-149. <https://www.redalyc.org/pdf/2451/245131498003.pdf>
- Sevillano, M. L. (2015). Tareas en diversos contextos con el empleo en medios de comunicación y TIC para la óptima comunicación didáctica. En A. Medina y M. C. Domínguez (Coords.), *Didáctica general: formación básica para profesionales de la educación*. Universitat, 401-448.
- Silva, J., Morales, M.-J., Lázaro-Cantabrana, J.-L., Gisbert, M., Miranda, P., Rivoir, A., y Onetto, A. (2019). La competencia digital docente en formación inicial: Estudio a partir de los casos de Chile y Uruguay. *Education policy analysis archives*, 27, 93. <https://doi.org/10.14507/epaa.27.3822>
- Tejada, J. (2009). Competencias docentes. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 13(2),

- 1-16. <http://www.ugr.es/~recfpro/rev132COL2.pdf>
- Tonner-Saunders, S., y Shimi, J. (2021). Hands of the World intercultural project: developing student teachers' digital competences through contextualised learning. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 61, 7-35. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.88177>
- Torra, I., De Corral, I., Pérez, M. J., Triadó, X., Pagès, T., Valderrama, E., Márquez, M. D., Sabaté, S., Solá, P., Hernández, C., Sangrà, A., Guàrdia, L., Estebanell, M., Patiño, J., González, À. P., Fandos, M., Ruiz, N., Iglesias, M. C., y Tena, A. (2012). Identificación de competencias docentes que orienten el desarrollo de planes de formación dirigidas al profesorado universitario. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 10(2), 21-56. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6096>
- Torres-Barzabal, M. L., Martínez-Gimeno, A., Jaén-Martínez, A., y Hermsilla-Rodríguez, J. M. (2022). La percepción del profesorado de la Universidad Pablo de Olavide sobre su Competencia Digital Docente. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 63, 35-64. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91943>
- Uerz, D., Van Zanten, M., van der Neut, I., Tondeur, J., Kral, M., Gorissen, P., y Howard, S. (2021). A digital competences framework for lecturers in higher education. *Utrecht: Acceleration plan Educational innovation with IT*.
- UNESCO (2011). *UNESCOICT Competency Framework for Teachers*. UNESCO. <https://bit.ly/3Gk2jXY>
- UNESCO. (2019). Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción. *Revista Educación Superior Y Sociedad (ESS)*, 9(2), 97-113. <https://www.iesalc.unesco.org/ess/index.php/ess3/article/view/171>
- UNESCO (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC elaborado por la UNESCO*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Valcárcel, M. (2003). *La Preparación del Profesorado Universitario Español para la Convergencia Europea en Educación Superior*. PROYECTO EA2003-0040. <https://lletres.ua.es/en/documentos/quality/dinamizacion/preparacion-profesorado.pdf>
- Villa, A. (2020). Aprendizaje Basado en Competencias: desarrollo e implantación en el ámbito universitario. *REDU. Revista de docencia Universitaria*, 18(1), 19-46. <https://doi.org/10.4995/redu.2020.13015>
- Villa, A., y García Olalla, A. (2006). Garantía Interna de Calidad Docente: Propuesta de un modelo de desarrollo profesional de la Universidad de Deusto. En E. Arregui y otros (Coord.), *Políticas de Gestión de las Organizaciones Educativas. Implicaciones para el currículum universitario en el marco europeo*. Universidad de Oviedo. ISBN: 84-8317-577-0.
- Vykhreshch, V., Romanyshyna, L., Pehota, O., Shorobura, I., y Kravets, R. (2020). The Efficiency of Training a Teacher at Higher Education Institutions of Different Profiles. *European Journal of Educational Research*, 9(1), 67-78. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.1.67>
- Wilson, C., Grizzle, A., Tuazon, R., Akyempong, K., y Cheung, C. K. (2011). Alfabetización Mediática e Informacional. *Currículum para Profesores*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000216099>
- Zabalza, M. A. (2010). *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Madrid, España: Narcea.
- Zawacki-Richter, O., Kerres, M., Bedenlier, S., Bond, M., y Buntins, K. (2020). *Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives and application*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 27/03/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 11/04/2022

Digitalización de la Universidad por Covid-19: impacto en el aprendizaje y factores psicosociales de los estudiantes

Digitalisation of the University by Covid-19: Impact on Students' Learning and Psychosocial Factors



- José-María Romero-Rodríguez - *Universidad de Granada (España)*
- Francisco Javier Hinojo-Lucena - *Universidad de Granada (España)*
- Inmaculada Aznar-Díaz - *Universidad de Granada (España)*
- Gerardo Gómez-García - *Universidad de Granada (España)*

RESUMEN

El ámbito académico se ha visto especialmente afectado por la Covid-19 debido a las limitaciones de movilidad y distanciamiento social por el aumento de contagios durante las diversas olas sucedidas en España, lo cual ha provocado la digitalización de la enseñanza en la mayoría de universidades españolas. El objetivo de este trabajo fue analizar la influencia de la Covid-19 en el aprendizaje de los estudiantes universitarios de Andalucía, y como se han visto influenciadas las variables psicosociales (miedo a la Covid-19, satisfacción con la vida, estrés, incertidumbre), de aprendizaje (estrategias de aprendizaje, motivación, tiempo y hábitos de estudio, condiciones facilitadoras, autorregulación) y los factores sociodemográficos (sexo, edad, curso, domicilio, beca, futuro laboral, movilidad, abandono). Para ello, se aplicó un diseño de estudio transversal a partir de la distribución de una encuesta en línea. En el estudio participaron un total de 1873 estudiantes universitarios, con edades comprendidas entre los 17 y 59 años ($M = 22,42$; $DT = 4,45$). Los resultados obtenidos revelaron que: 1) la pandemia ha afectado de forma distinta a los estudiantes según el estrato de población a la que pertenecían; 2) ha habido un aumento en los niveles de estrés e incertidumbre que afecta a la salud mental de los estudiantes; 3) el abandono académico es un factor que ha estado y está presente durante la incidencia de la pandemia; 4) el aprendizaje se ha visto afectado por la pandemia debido al miedo e incertidumbre que ha incidido de forma significativa en la motivación y autorregulación de los estudiantes. Finalmente, se discuten las futuras líneas de investigación de este trabajo, destacando la riqueza de los datos obtenidos para avanzar en el conocimiento sobre el impacto de la Covid-19 en el aprendizaje universitario.

Palabras clave: enseñanza virtual; aprendizaje en línea; educación superior; Covid-19; educación 4.0.

ABSTRACT

The academic sphere has been particularly affected by Covid-19 due to the limitations of mobility and social distancing facilitated by the increase in contagions during the various waves that have occurred in Spain, which has led to the digitalisation of teaching in most Spanish universities. The aim of this study was to analyse the influence of Covid-19 on the learning of university students in Andalusia, and how psychosocial (fear of Covid-19, life satisfaction, stress, uncertainty), learning (learning strategies, motivation, study time and habits, facilitating conditions, self-regulation) and socio-demographic factors (gender, age, course, address, scholarship, future employment, mobility, dropout) have been influenced. For this purpose, a cross-sectional study design was applied based on the distribution of an online survey. A total of 1873 university students, aged between 17 and 59 years ($M = 22.42$, $SD = 4.45$) participated in the study. The results revealed that: 1) the pandemic has affected students differently depending on the population strata to which they belong; 2) there has been an increase in the levels of stress and uncertainty affecting students' mental health; 3) academic dropout is a factor that has been and is present during the incidence of the pandemic; 4) learning has been affected by the pandemic due to fear and uncertainty which has had a significant impact on students' motivation and self-regulation. Finally, the future lines of research of this work are discussed, highlighting the richness of the data obtained to advance knowledge on the impact of Covid-19 on university learning.

Keywords: virtual teaching; e-learning; higher education; Covid-19, education 4.0.

INTRODUCCIÓN

Durante el año 2020 la población mundial se vio afectada por la pandemia ocasionada por la Covid-19. La rápida transmisión del virus y el desconocimiento sobre el mismo, hizo tomar a los Gobiernos decisiones drásticas como el confinamiento total de la ciudadanía. Esto afectó directamente a la enseñanza, donde España vivió una situación anómala en el desarrollo de la educación básica, secundaria y superior. Así pues, con la publicación del Real Decreto 463/2020 de 14 de marzo, se suspendió la actividad educativa presencial, obligando a todas las instituciones educativas a continuar la docencia a través de los medios digitales (Nuere y de Miguel, 2020).

La adaptación de las universidades a la digitalización ha sido un gran reto (Moorhouse, 2020). En este escenario, la Covid-19 ha supuesto la ruptura con características de la educación presencial, como son el tiempo, el espacio y la acción (Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo, 2020). Debido a ello, el aprendizaje electrónico (*e-learning*) cambió: los tiempos de conexión, añadiendo la asincronía al habitual horario de clase; los espacios, habilitándose plataformas virtuales como principales lugares de intercambio de información entre estudiantes y como vía de comunicación entre docente y estudiantado; y las acciones, modificando totalmente la dinámica de clase presencial y remarcando la importancia del uso de los dispositivos móviles para poder desarrollar la docencia. Acontecimientos que han impulsado la educación 4.0, utilizándose en estos casos las tecnologías digitales como principales medios de aprendizaje (Miranda et al., 2021; Ramírez-Montoya et al., 2021).

No obstante, a pesar de los esfuerzos que se realizaron para intentar normalizar la situación, a lo largo del año 2020 y 2021 han ido surgiendo algunas problemáticas asociadas al desarrollo de la docencia digital. Entre las que destacan: (i) la falta de adaptación de los docentes a las circunstancias personales y académicas de los estudiantes (Pérez-López et al., 2021); (ii) el nivel medio-bajo del profesorado de educación superior respecto a su competencia digital docente (Cabero-Almenara et al., 2021); y la falta de medios de las universidades presenciales para llevar a cabo la docencia de forma virtual (Verde y Valero, 2021).

A todo ello se suman las decisiones políticas que ha ido tomando cada Comunidad Autónoma, en este caso, en Andalucía mediante Orden de 7 de mayo de 2021 de la Consejería de Salud y Familias, por la que se establecen los niveles de alerta sanitaria y se adoptan medidas temporales y excepcionales por razón de salud pública en Andalucía para la contención de la Covid-19 finalizado el estado de alarma, se estableció que:

Las Universidades públicas y privadas podrán continuar desarrollando su actividad de forma presencial. En cualquier caso, deberá asegurarse la adopción de las medidas organizativas que resulten necesarias para evitar aglomeraciones y garantizar que el alumnado y trabajadores puedan cumplir las indicaciones de distancia o limitación de contactos, así como las medidas de prevención personal,

que se indiquen por las autoridades sanitarias y educativas (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 2021, p. 36).

Asimismo, se ha procurado mantener un escenario híbrido durante la mayor parte del curso escolar 2020-2021 que ha seguido vigente en los inicios del curso 2021-2022. Este escenario híbrido se ha caracterizado por la combinación de la presencialidad y las clases virtuales, donde las clases en gran grupo se realizaban online y las clases en pequeños grupos de forma presencial. Sin embargo, estos hechos han repercutido en el aprendizaje, ocasionando en algunos casos que los estudiantes no hayan estado satisfechos con la educación en línea aplicada durante la pandemia de Covid-19 y presenten la creencia de que ha afectado negativamente a su rendimiento académico (Baltà-Salvador et al., 2021; Mukhtar et al., 2020). Hechos que confirman otros estudios que evidencian un rendimiento académico menor durante la pandemia (Jang y Lee, 2021).

A su vez, se han incrementado los niveles de ansiedad, depresión y estrés en estudiantes universitarios (Odriozola-González et al., 2020), causando un empeoramiento de la salud mental (Adefris y Moges, 2021; Faisal et al., 2021). Además, la incertidumbre en el ámbito personal, social y académico también ha sido un factor influyente en este incremento (Manjareeka y Pathak, 2020). En este sentido, la pandemia por Covid-19 ha originado un estado permanente de incertidumbre, refrendado por las decisiones políticas en cada sucesión de etapas, marcadas por las diferentes olas de aumento de contagios. Sumando, a toda esta ecuación, el miedo a contagiarse de la enfermedad por parte de los estudiantes (Jiang, 2020).

Por otro lado, a nivel nacional se recogen investigaciones previas que vinculan el impacto de la Covid-19 en el aprendizaje universitario, como las desarrolladas por: Alemany-Arrebola et al. (2020), que relacionan las situaciones estresantes de la pandemia y el confinamiento a unos mayores niveles de ansiedad e influencia negativa en la autoeficacia académica; y Lantarón et al. (2021), que muestran una baja satisfacción de los estudiantes con el cambio de enseñanza debido al exceso de tareas, los sistemas de videoconferencia y la brecha digital presente en algunos hogares. Mientras que otras investigaciones remarcan lo opuesto, destacando que el rendimiento académico fue mayor durante la enseñanza a distancia (González et al., 2020; Iglesias-Pradas et al., 2021).

Por todo ello, el objetivo de este estudio fue analizar la influencia de la Covid-19 en el aprendizaje de los estudiantes universitarios de Andalucía (España). Con vinculación al objetivo general, se plantearon los siguientes interrogantes que guiaron y vertebraron la investigación:

RQ1. ¿Qué impacto han tenido las variables psicosociales (miedo, satisfacción con la vida, estrés, incertidumbre) y de aprendizaje (motivación, tiempo y hábitos de estudio, condiciones facilitadoras, estrategias de aprendizaje y autorregulación) en los factores sociodemográficos (sexo, edad, curso, regreso al domicilio, necesidad de

beca, futuro laboral, movilidad académica, abandono académico) de los estudiantes universitarios?

RQ2. ¿Qué tipo de influencia han tenido los factores sociodemográficos en las variables psicosociales?

RQ3. ¿Ha sido significativa la influencia entre las variables psicosociales derivadas de la Covid-19 y las variables de aprendizaje?

METODOLOGÍA

Participantes y procedimiento

Se utilizó un diseño no experimental, de carácter cuantitativo y enmarcado dentro de los estudios ex post facto. En concreto, el estudio fue transversal a partir de la aplicación de una encuesta autoadministrada en la población de estudiantes universitarios de la provincia de Andalucía, matriculados durante el curso académico 2020/2021. Los datos de los participantes fueron recopilados en *Google Forms* y la distribución de la encuesta se realizó por correo electrónico debido a las restricciones sanitarias por la Covid-19. El muestreo fue por conveniencia, ya que se invitó a participar a la mayor cantidad de estudiantes posible a través de las listas de distribución de las universidades de Andalucía. En total participaron estudiantes de 10 universidades (Universidad de Almería, Universidad de Cádiz, Universidad de Córdoba, Universidad de Granada, Universidad de Huelva, Universidad de Jaén, Universidad de Málaga, Universidad Pablo de Olavide, Universidad de Sevilla y Universidad Loyola de Andalucía) ($n = 1873$).

Los participantes respondieron preguntas relacionadas con sus datos sociodemográficos y varios instrumentos para evaluar el grado de temor a la Covid-19, satisfacción con la vida, incertidumbre, estrés, motivación, estrategias de aprendizaje, tiempo y hábitos de estudio y las condiciones de digitalización de la Universidad. Antes de responder, los estudiantes dieron su consentimiento informado y se facilitó información sobre el propósito del estudio y el tratamiento anónimo de los datos. La investigación contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad de Granada (nº registro: 1668/CEIH/2020). El período de recolección de datos fue de septiembre de 2020 a enero de 2021.

La muestra se definió por 1416 mujeres y 457 hombres, con edades comprendidas entre los 17 y 59 años ($M = 22,42$; $DT = 4,45$). Para la categorización de la edad se optó por utilizar la división establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), que establece los siguientes rangos: menor o igual a 20 años (adolescentes), entre 21-35 años (adulto joven) y mayores de 36 años (adulto mayor). La Tabla 1 recoge el resto de los datos sociodemográficos de los participantes.

Tabla 1
Datos sociodemográficos

	n	%
Sexo		
Hombre	457	24,4
Mujer	1416	75,6
Edad		
≤ 20	775	41,4
21-35	1062	56,7
≥ 36	36	1,9
Curso en el que se encuentra matriculado		
Primero	649	34,7
Segundo	596	31,8
Tercero	401	21,4
Cuarto	199	10,6
Quinto	28	1,5
Regreso al domicilio familiar durante el confinamiento		
Sí	1515	80,9
No	358	19,1
Necesidad de beca para continuar los estudios		
Nada	227	12,1
Poco	180	9,6
Algo	274	14,6
Bastante	323	17,2
Mucho	869	46,4
Impacto de la Covid-19 en el futuro laboral		
Nada	38	2
Poco	71	3,8
Algo	328	17,5
Bastante	554	29,6
Mucho	882	47,1
Influencia en la movilidad académica del próximo curso		
Nada	430	23
Poco	141	7,5
Algo	239	12,8
Bastante	319	17

	<i>n</i>	%
Mucho	744	39,7
Pensamiento de abandonar los estudios el próximo curso		
Nada	1116	59,6
Poco	175	9,3
Algo	158	8,4
Bastante	98	5,2
Mucho	326	17,4

Instrumentos

Escala de miedo a la Covid-19 (FCV-19S)

El temor a la Covid-19 se midió a través de la escala FCV-19S (Ahorsu et al., 2020). Este instrumento evalúa los temores de la Covid-19 entre la población general a partir de la respuesta a siete ítems. Los participantes respondieron con base en su grado de acuerdo con cada ítem en una escala Likert de cinco niveles (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo). La escala recoge unas puntuaciones que oscilan entre 7 y 35 puntos, cuanto más alta es la puntuación mayor es el miedo a la Covid-19. La FCV-19S presenta unas buenas propiedades psicométricas y consistencia interna y ha sido adaptada al español (Huarcaya-Victoria et al., 2020). La fiabilidad en esta muestra fue buena ($\alpha = .92$).

Escala de Satisfacción con la Vida (SWLS)

La satisfacción con la vida fue evaluada con la SWLS (Diener et al., 1985). Este es el instrumento por excelencia para la evaluación de este constructo, que se realiza a través de la respuesta a cinco ítems en escala Likert (1 = nada de acuerdo; 7 = totalmente de acuerdo). Las puntuaciones de la escala oscilan entre 5 y 35, donde una mayor puntuación significa un mayor grado de satisfacción con la vida. La SWLS recoge unas propiedades psicométricas adecuadas y ha sido validada en el contexto español (Atienza et al., 2000). La fiabilidad en este estudio fue buena ($\alpha = .93$).

Escala de Intolerancia a la Incertidumbre-12 (IUS-12)

La incertidumbre se midió a través de la versión corta de la IUS (Freston et al., 1994), esta versión abreviada evalúa la intolerancia a la incertidumbre a partir de la respuesta a 12 ítems, presentando unas buenas propiedades psicométricas y consistencia interna. Los participantes respondieron a través de una escala Likert de

cinco niveles basándose en su propia personalidad, desde uno (nada característico de mí) a cinco (extremadamente característico de mí). Los valores de la escala oscilaron entre 12 y 60, donde las puntuaciones más elevadas se correspondieron con una mayor intolerancia a la incertidumbre. Cabe destacar que este instrumento ha sido validado en muestra española (González et al., 2006). Para este estudio se obtuvo una buena consistencia interna en la escala ($\alpha = .93$).

Depression Anxiety and Stress Scale-21 (DASS-21)

Para la evaluación del estrés se utilizó la subescala del instrumento DASS-21 (Antony et al., 1998), que cuenta con la adaptación al contexto español (Fonseca-Pedrero et al., 2010). En total se aplicaron los siete ítems de la subescala estrés, cuya respuesta se realizó a través de una escala Likert de cuatro niveles con base en la ocurrencia (0 = no me ha ocurrido; 3 = me ha ocurrido mucho). Las puntuaciones más altas indicaron un mayor grado de estrés, oscilando entre 0 y 21. La fiabilidad de la escala fue buena ($\alpha = .90$).

Motivated Strategies for Learning Questionnaire – Short Form (MSLQ-SF)

La motivación y las estrategias de aprendizaje se evaluaron con la versión corta de la escala MSLQ (Pintrich et al., 1993). Este instrumento midió distintos constructos a través de la respuesta a 40 ítems con base en una escala Likert de cinco niveles (1 = nunca; 5 = siempre). Las variables empleadas en este estudio fueron motivación (siete ítems, rango 7-35), estrategias de aprendizaje (33 ítems, rango 33-165), tiempo y hábitos de estudio (seis ítems, rango 6-30) y autorregulación (13 ítems, rango 13-65). Las puntuaciones elevadas indicaron un mayor grado de adquisición en cada una de ellas. Por su parte, la MSLQ-SF presenta unas adecuadas propiedades psicométricas y consistencia interna, además de la adaptación al idioma español (Zurita et al., 2019). Para este estudio se obtuvieron unos valores adecuados en el coeficiente Alfa de Cronbach en cada variable: motivación = .81; estrategias de aprendizaje = .95; tiempo y hábitos de estudio = .79; autorregulación = .91. La fiabilidad global también fue óptima ($\alpha = .94$).

Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)

El modelo UTAUT se emplea para evaluar la aceptación de cualquier tecnología educativa (Venkatesh et al., 2003), en este caso se aplicó la subescala de condiciones facilitadoras (cuatro ítems), que hace referencia al apoyo humano, organizativo y técnico para usar la tecnología (Khechine et al., 2020). Esta subescala permitió conocer las condiciones que presentaron la Universidad y los usuarios para seguir con normalidad la docencia virtual. El modo de respuesta fue a través de una escala

Likert de siete niveles (1 = fuerte desacuerdo; 7 = fuertemente de acuerdo). Los rangos de puntuación oscilaron entre cuatro y 28, donde las puntuaciones elevadas se vincularon a presentar unas condiciones óptimas para el uso de los recursos digitales establecidos por las universidades. La consistencia interna y propiedades psicométricas de las subescalas del modelo UTAUT son adecuadas (Amin et al., 2019). Para este estudio se obtuvieron unos valores adecuados ($\alpha = .90$).

Análisis de datos

El análisis de los datos se conformó de distintas pruebas estadísticas. En primer lugar, se establecieron los valores estadístico-descriptivos de media y desviación típica de cada factor sociodemográfico respecto a cada instrumento. En segundo lugar, se analizó la posible existencia de diferencias significativas entre los factores sociodemográficos con la prueba T para muestras independientes, cuando fueron dicotómicas (sexo y domicilio familiar), y la prueba ANOVA cuando se establecieron más de dos grupos (edad, curso, beca, futuro laboral, movilidad académica y abandono). Por último, se confeccionó un modelo de ecuación estructural a partir del *path analysis* (PA) (Stage et al., 2004), donde se establecieron las relaciones entre las variables exógenas (sexo, edad, curso, domicilio familiar, beca, futuro laboral, movilidad académica y abandono) y endógenas (miedo a la Covid-19, satisfacción con la vida, estrés, incertidumbre, motivación, estrategias de aprendizaje, tiempo y hábitos de estudio, condiciones facilitadoras, autorregulación).

Previamente al establecimiento del PA, fue necesario evaluar los supuestos de normalidad univariada y multivariada de los datos. Los valores de normalidad univariada de las escalas se calcularon a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) con la corrección Lilliefors, donde los valores de asimetría mayores a tres y de curtosis mayores a 10 establecen la no adecuación de los datos (Kline, 2005). Por otro lado, la normalidad multivariada se calculó a partir del coeficiente de Mardia (Mardia, 1970).

Finalmente, se recogieron los diferentes índices de bondad de ajuste para confirmar la adecuación del PA, siguiendo los valores establecidos por Byrne (2013): Chi-cuadrado (χ^2); grados de libertad (gl); relación χ^2/gl ; índice de bondad de ajuste (GFI); error de aproximación cuadrático medio (RMSEA); índice de ajuste normalizado (NFI); índice de ajuste comparativo (CFI); índice ajustado de bondad de ajuste (AGFI); residual estandarizado de la raíz cuadrada media (SRMR).

Los distintos análisis se efectuaron con los paquetes estadísticos IBM SPSS e IBM SPSS Amos, versión 25 (IBM Corp., Armonk, NY).

RESULTADOS

Por cada una de las variables se estableció el impacto que han tenido en los factores sociodemográficos de la muestra de estudiantes universitarios. A continuación, se

recogen las mayores medias obtenidas por cada factor sociodemográfico con valores significativos (Tabla 2). De esta forma, en la variable miedo a la Covid-19 la mayor media fue obtenida por el sexo mujer ($M = 20,12$), una edad de 36 años ($M = 21,78$), estar matriculado en el tercer curso ($M = 21,34$), estudiantes que si regresaron al domicilio familiar ($M = 20,28$), con una necesidad alta de beca ($M = 22,56$), con una preocupación alta por el futuro laboral ($M = 22,60$), con planes de movilidad académica para el próximo curso ($M = 23,35$) y con pensamiento de abandonar los estudios ($M = 29,84$). El resto de variables sigue el mismo patrón de descripción.

Tabla 2

Mayores medias con valores significativos por factores

	Sexo	Edad	Curso	Domicilio	Beca	FL	Movilidad	Abandono
Covid	Mujer (20,12)	36 (21,78)	3 ^o (21,34)	Sí (20,28)	Sí (22,56)	Alta (22,60)	Sí (23,35)	Sí (29,84)
Vida	Mujer (23,99)	20 (25,81)	2 ^o (26,09)	No (24,99)	No (26,60)	Poca (26,92)	No (26,27)	No (26,93)
Estrés	Mujer (14,27)	21-35 (14,32)	3 ^o (14,84)	Sí (14,14)	Sí (12,98)	Alta (15,68)	Sí (16,08)	Sí (19,09)
Incer	-	21-35 (41,82)	3 ^o (41,96)	Sí (41,21)	Sí (43,91)	Alta (44)	Sí (45,22)	Sí (53,11)
EA	Mujer (130,3)	36 (139,4)	3 ^o (132,2)	Sí (130,3)	Sí (136,3)	Alta (135,7)	Sí (138,6)	Sí (150,1)
Mot	-	21-35 (24,74)	3 ^o (24,96)	Sí (24,74)	Sí (26,13)	Alta (26,4)	Sí (26,92)	Sí (31,88)
TyH	Mujer (23,32)	36 (24,28)	3 ^o (23,9)	Sí (23,34)	Sí (24,27)	Alta (24,14)	Sí (24,67)	Sí (26,86)
CF	Mujer (20,94)	20 (22,40)	2 ^o (22,45)	No (21,92)	No (23,64)	Poca (23,52)	No (22,93)	No (23,37)
Auto	-	36 (55,39)	1 ^o (51,89)	Sí (50,96)	Sí (53,51)	Alta (53,08)	Sí (54,29)	Sí (58,86)

Nota. FL = Futuro laboral; Covid = Miedo al Covid; Vida = Satisfacción con la vida; Incer = Incertidumbre; EA = Estrategias de aprendizaje; Mot = Motivación; TyH = Tiempo y hábitos de estudio; CF = Condiciones facilitadoras; Auto = Autorregulación; n = 1873.

Por otro lado, los valores significativos de los datos cruzados entre las variables y los factores se muestran en la Tabla 3. Asimismo, la mayoría resultaron significativos, excepto sexo e incertidumbre ($p = .521$), sexo y motivación ($p = .165$) y sexo y autorregulación ($p = .555$).

Tabla 3*Diferencias significativas entre variables independientes en cada escala*

Variable	<i>p-valor</i>								
	Covid	Vida	Incer	Estrés	Mot	EA	TyH	CF	Auto
Sexo	<.001	<.001	.531	<.001	.165	.006	.006	<.001	.555
Edad	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	.001	<.001	<.001
Curso	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
Domicilio	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	.004	<.001	<.001	.019
Beca	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
F. Laboral	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
Movilidad	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
Abandono	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001

Nota. F. Laboral = Futuro laboral; Covid = Miedo al Covid; Vida = Satisfacción con la vida; Incer = Incertidumbre; Mot = Motivación; EA = Estrategias de aprendizaje; TyH = Tiempo y hábitos de estudio; CF = Condiciones facilitadoras; Auto = Autorregulación; n = 1873.

Por su parte, los valores de normalidad se recogieron en la Tabla 4. Así pues, la asimetría mostró una curva positiva en las variables miedo a la Covid-19, incertidumbre y motivación, y negativa en satisfacción con la vida, estrés, motivación, estrategias de aprendizaje, tiempo y hábitos de estudio, condiciones facilitadoras y autorregulación. Mientras que la curtosis tomó una distribución leptocúrtica en estrategias de aprendizaje, tiempo y hábitos de estudio, condiciones facilitadores y autorregulación, y platicúrtica en miedo a la Covid-19, satisfacción con la vida, incertidumbre, estrés y motivación. Todos los valores de asimetría se situaron por debajo de tres y en la curtosis fueron inferiores a 10, siendo adecuados los datos (Kline, 2005). Sin embargo, la prueba K-S recogió que los datos no siguieron una distribución normal, puesto que se situaron en un valor p por debajo de .05 ($p = <.001$). A pesar de que la hipótesis de normalidad univariada no se cumplió, la normalidad multivariada fue confirmada a través del coeficiente de Mardia, donde se obtuvo un valor inferior a $p^*(p+2)$, donde p fue el número de variables observadas (en este caso fue de 75, correspondiente al total de ítems de las escalas) (Bollen, 1989). La existencia de la normalidad multivariada confirmó la adecuación de los datos para la confección del PA.

Tabla 4
Normalidad univariada y multivariada de los datos

Variable	Asimetría	Curtosis	K-S	gl	p-valor	Mardia
Covid-19	.493	-.814	.099	1873	<.001	28,440
S. Vida	-.891	-.147	.134	1873	<.001	
Incertidumbre	.115	-.533	.077	1873	<.001	
Estrés	-.459	-.559	.097	1873	<.001	
Motivación	.078	-.364	.078	1873	<.001	
E. Aprendizaje	-.284	.426	.063	1873	<.001	
T. y Hábitos	-.473	.136	.071	1873	<.001	
C. Facilitadoras	-1.157	.392	.158	1873	<.001	
Autorregulación	-.274	.111	.063	1873	<.001	

Nota: K-S = Kolmogorov-Smirnov con la corrección Lilliefors; gl = grados de libertad.

En cuanto a los índices de bondad de ajuste del modelo, éstos fueron adecuados (Tabla 5) tomando como referencia los criterios establecidos para cada uno de los índices (Byrne, 2013).

Tabla 5
Medidas de bondad del ajuste

Índice	Valores obtenidos	Criterio
χ^2	136,753	
gl	46	
χ^2/gl	2,97	≤ 3
GFI	.992	$\geq .90$
RMSEA	.032	<.05
NFI	.992	$\geq .90$
CFI	.995	$\geq .90$
AGFI	.972	$\geq .90$
SRMR	.028	<.08

Nota: gl = grados de libertad; GFI = índice de bondad de ajuste; RMSEA = error de aproximación cuadrático medio; NFI = índice de ajuste normalizado; CFI = índice de ajuste comparativo; AGFI = índice ajustado de bondad de ajuste; SRMR = residual estandarizado de la raíz cuadrada media.

Respecto al *path analysis*, se establecieron conexiones entre los factores sociodemográficos y las dimensiones de las escalas aplicadas. Las relaciones que se fijaron fueron entre sexo, edad y curso con miedo a la Covid-19 y satisfacción con la vida. Al mismo tiempo, miedo a la Covid-19 con autorregulación, estrés e incertidumbre; y satisfacción con la vida con estrés e incertidumbre. Abandono académico y beca con estrés. Regreso al domicilio, futuro laboral y movilidad académica con incertidumbre. A su vez, estrés e incertidumbre con motivación. Y motivación con tiempo y hábitos de estudio y estrategias de aprendizaje, donde se estableció la vinculación de autorregulación y condiciones facilitadoras con éstas dos últimas. Y finalmente, la correlación entre miedo a la Covid-19 y satisfacción con la vida (Tabla 6). Los valores significativos se establecieron entre sexo y miedo a la Covid-19 ($p < .001$); edad y miedo a la Covid-19 ($p < .001$); curso y miedo a la Covid-19 ($p < .001$); sexo y satisfacción con la vida ($p < .001$); edad y satisfacción con la vida ($p < .001$); curso y satisfacción con la vida ($p < .001$); miedo a la Covid-19 y autorregulación ($p < .001$); miedo a la Covid-19 y estrés ($p < .001$); miedo a la Covid-19 e incertidumbre ($p < .001$); satisfacción con la vida y estrés ($p < .001$); satisfacción con la vida e incertidumbre ($p < .001$); abandono académico y estrés ($p < .001$); beca y estrés ($p = .045$); movilidad académica e incertidumbre ($p = .003$); incertidumbre y motivación ($p < .001$); motivación y tiempo y hábitos de estudio ($p < .001$); motivación y estrategias de aprendizaje ($p < .001$); autorregulación y tiempo y hábitos de estudio ($p < .001$); autorregulación y estrategias de aprendizaje ($p < .001$); condiciones facilitadoras y tiempo y hábitos de estudio ($p < .001$); condiciones facilitadoras y estrategias de aprendizaje ($p = .005$); y la correlación entre miedo a la Covid-19 y satisfacción con la vida ($p < .001$).

Tabla 6
Estimaciones de los parámetros del modelo final

Asociación entre variables	RW	EE	RC	p	SRW
Miedo Covid-19 ← Sexo	3,050	.348	8,771	***	.157
Miedo Covid-19 ← Edad	2,511	.349	7,196	***	.159
Miedo Covid-19 ← Curso	-.785	.152	-5,171	***	-.099
Miedo Covid-19 → Estrés	.238	.015	16,193	***	.362
Miedo Covid-19 → Incertidumbre	.597	.027	22,253	***	.444
Miedo Covid-19 → Autorregulación	.619	.035	17,884	***	.576
Satisfacción con la vida ← Sexo	.213	.303	.703	***	.011
Satisfacción con la vida ← Edad	-4,118	.354	-11,64	***	-.263
Satisfacción con la vida ← Curso	.579	.140	4,147	***	.074
Satisfacción con la vida → Estrés	-.130	.016	-8,163	***	-.196

Asociación entre variables	RW	EE	RC	p	SRW
Satisfacción con la vida → Incertidumbre	-.410	.025	-16,46	***	-.302
Estrés ← Beca	.151	.075	2,004	.045	.039
Estrés ← Abandono académico	.483	.088	5,502	***	.136
Estrés → Motivación	.206	.137	1,500	.134	.188
Incertidumbre ← Beca	.013	.116	.111	.912	.002
Incertidumbre ← Regreso domicilio	-.734	.457	-1,606	.108	-.026
Incertidumbre ← Futuro laboral	.345	.179	1,926	.054	.030
Incertidumbre ← Movilidad académica	.314	.106	2,964	.003	.045
Incertidumbre → Motivación	.500	.064	7,840	***	.931
Motivación → Tiempo y hábitos estudio	-.127	.019	-6,695	***	-.164
Motivación → Estrategias de aprendizaje	.142	.032	4,513	***	.040
C. Facilitadoras → Tiempo y hábitos estudio	-.104	.014	-7,474	***	-.154
C. Facilitadoras → Estrategias de aprendizaje	-.074	.026	-2,817	.005	-.024
Autorregulación → Tiempo y hábitos estudio	.375	.009	41,064	***	.723
Autorregulación → Estrategias de aprendizaje	2,222	.018	124,84	***	.926
Miedo Covid-19 ↔ Satisfacción con la vida	-1,099	.059	-19,65	***	-.541

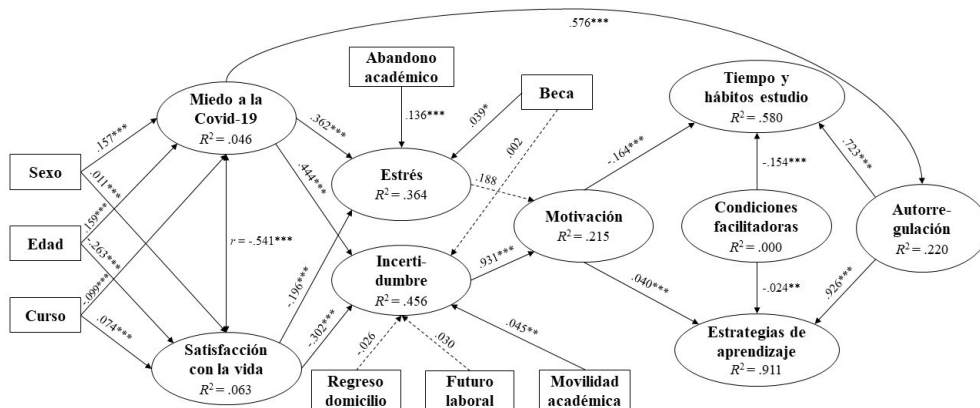
Nota: C. Facilitadoras = Condiciones Facilitadoras; RW = ponderaciones de regresión; EE = error estándar; RC = razón crítica; SRW = ponderaciones de regresión estandarizadas; *** $p < .001$; $n = 1873$.

La expresión gráfica del PA, mostró la relación de factores, donde se situaron como constructos principales: miedo a la Covid-19; satisfacción con la vida; estrés; incertidumbre; motivación; tiempo y hábitos de estudio; condiciones facilitadoras; estrategias de aprendizaje; autorregulación (Figura 1). La significación en las relaciones establecidas ejemplificó los factores que influyeron en el aprendizaje, en este caso miedo a la Covid-19 a la autorregulación y la incertidumbre a la motivación. Además, se estableció una correlación positiva y significativa entre miedo a la Covid-19 y satisfacción con la vida.

Por último, el porcentaje de variación de cada constructo establecido por el coeficiente de determinación fue del 4,6% para miedo a la Covid-19 ($R^2 = .046$), del 6,3% para satisfacción con la vida ($R^2 = .063$), del 36,4% para estrés ($R^2 = .364$), del 45,6% para incertidumbre ($R^2 = .456$), del 21,5% para motivación ($R^2 = .215$), del 91,1% para estrategias de aprendizaje ($R^2 = .911$), del 58% para tiempo y hábitos de estudio ($R^2 = .580$), del 0% para condiciones facilitadoras ($R^2 = .000$) y del 22% para autorregulación ($R^2 = .220$).

Figura 1

Path analysis. Nota: *Significativo $p < .05$; **Significativo $p < .01$; ***Significativo $p < .001$. Flecha discontinua = no significativa; $n = 1873$



DISCUSIÓN

Los datos recogidos muestran aspectos clave en el impacto de la pandemia por Covid-19 en la vida académica de los estudiantes universitarios de Andalucía. Así pues, se destacan aspectos de interés como la influencia que ha tenido el abandono académico en las variables de investigación, de modo que los estudiantes que se han planteado abandonar los estudios universitarios son los que han presentado: (i) mayor miedo a la enfermedad; (ii) menor satisfacción con la vida; (iii) mayor estrés; (iv) mayor incertidumbre. A pesar de ello, son también los que han obtenido una puntuación mayor en: (v) estrategias de aprendizaje; (vi) motivación; (vii) tiempo y hábitos de estudio; (viii) autorregulación. Por tanto, el abandono académico ha repercutido en un sobre esfuerzo hacia los estudios, situándose estos datos en la misma línea que los estudios que afirman que el rendimiento académico se ha visto influenciado por la pandemia (Baltà-Salvador et al., 2021; González et al., 2020; Iglesias-Pradas et al., 2021).

Otros datos descriptivos de interés, son los relacionados con la perspectiva de género, donde las mujeres han sido la población más afectada por la pandemia en cuanto al miedo a la Covid-19 y el estrés. Aunque a pesar de ello son las que obtienen un nivel más elevado en estrategias de aprendizaje, tiempo y hábitos de estudio y condiciones facilitadoras. En relación a la edad, el nivel de estrés e incertidumbre fue mayor en la población entre 21-35 años, confirmando los datos relativos al aumento de los niveles de estrés en estudiantes universitarios durante la pandemia (Odriozola-González et al., 2020). La incertidumbre ha afectado en una mayor medida a los estudiantes de 3º curso de grado y a los que tenían programada una

movilidad académica para el próximo curso, siendo ésta otra consecuencia de la pandemia (Manjareeka y Pathak, 2020). Además, el regreso de muchos estudiantes al domicilio familiar, teniendo que abandonar sus pisos de alquiler ha generado un mayor miedo a la Covid-19, mayor estrés e incertidumbre, lo cual puede vincularse a un posible empeoramiento de la salud mental, como recogen estudios anteriores (Adefris y Moges, 2021; Faisal et al., 2021).

Por su parte, cabe resaltar que ha habido diferencias significativas casi en la totalidad de los subgrupos de población, por lo que la pandemia ha afectado de forma distinta a cada estrato de población de estudiantes, destacando que el único factor sociodemográfico que no se ha visto afectado por la incertidumbre, motivación y autorregulación ha sido el sexo.

En relación al PA, los factores sociodemográficos de influencia han sido el sexo, edad y curso en miedo a la Covid-19 y en satisfacción con la vida. Con mayor incidencia, como se ha comentado anteriormente, el grupo de mujeres, mientras que en el miedo al contagio fue mayor en los estudiantes con una edad superior o igual a 36 años, estando presente durante toda la pandemia (Jiang, 2020). A lo que se suma, que esta población es la de mayor riesgo de complicaciones por Covid-19. La edad de menor o igual a 20 años fueron los que presentaron mayor satisfacción con la vida. Y los cursos académicos con niveles más elevados de: miedo a la Covid-19 fue 3º curso; y satisfacción con la vida 2º curso. Por lo que estos estratos de población han sido factores predictores durante la pandemia, siendo más vulnerables que cualquier otro.

Respecto a las variables de aprendizaje, la incertidumbre que ha ocasionado en las aulas la pandemia de la Covid-19 ha afectado a la motivación de los estudiantes y el miedo a la enfermedad en la autorregulación, como confirman los datos con valores significativos, lo cual se relaciona con los estudios previos que vinculan la baja motivación de los estudiantes con el cambio de enseñanza (Lantarón et al., 2021). A su vez, la motivación y la autorregulación han sido factores influyentes en los tiempos y hábitos de estudio y en las estrategias de aprendizaje desarrolladas por los estudiantes. Esto denota el vínculo y trayectoria que presenta el impacto de la Covid-19 en los estudiantes, iniciándose en el propio miedo a la enfermedad y la incertidumbre generada, que ha aumentado los niveles de estrés (Alemany-Arrebola et al., 2020), y dicha incertidumbre ha afectado directamente al modo de aprender de los estudiantes universitarios de Andalucía.

Finalmente, las condiciones facilitadoras vinculadas a los recursos de cada estudiante para poder realizar un seguimiento adecuado de la docencia virtual, fueron un factor condicionante del tiempo y hábitos de estudio y estrategias de aprendizaje. Los estratos de población con mayores dificultades de medios digitales fueron: (i) hombres; (ii) mayores o igual a 36 años; (iii) 3º curso de grado; (iv) que regresaron al domicilio familiar; (v) que necesitan beca para poder cursar los estudios universitarios. De modo que reunir uno o más de estos factores fue condicionante de la brecha digital y del acceso limitado a los recursos tecnológicos, lo que supuso una

dificultad en su aprendizaje a raíz de la pandemia, siendo la disposición de recursos un factor clave para un mayor rendimiento académico como han destacado estudios previos (Jang y Lee, 2021; Mukhtar et al., 2020).

CONCLUSIONES

La pandemia por Covid-19 ha tenido un impacto considerable en el aprendizaje de los estudiantes universitarios, donde han influido aspectos sociales como regresar al domicilio familiar, el acceso a los medios tecnológicos y la posibilidad de contar con una beca de estudios. Todo ello unido a la incertidumbre académica que ha generado y ha afectado directamente a los planes de movilidad, las expectativas de futuro laboral e incluso al planteamiento de abandono de los estudios.

En concreto, este trabajo se trata de un estudio pionero cuyos datos avanzan en la línea del conocimiento sobre el impacto de la Covid-19 en la Educación Superior. Además, se han abordado una serie de preguntas de investigación de interés para la comunidad científica, donde se ha analizado la influencia de ciertas variables psicosociales y de aprendizaje en los factores sociodemográficos y viceversa. La riqueza de estos datos otorga una gran aplicabilidad en futuros estudios sobre el aprendizaje en contextos de pandemia, tanto en el contexto español como fuera de él.

Se destacan como limitaciones del estudio, el tamaño limitado de la muestra en ciertos sectores de población, donde en algunos de ellos hay una descompensación muestral respecto a otros. No obstante, se decidió mantener estos casos para asegurar la representatividad de todos los sectores. Otra limitación fue la acotación de los factores sociodemográficos, variables psicosociales y de aprendizaje. En futuros trabajos sería recomendable ampliarlos para verificar su influencia respecto a la situación derivada de la Covid-19.

Finalmente, como futuras líneas de investigación, se recomienda seguir indagando sobre el impacto que ha tenido la Covid-19 en el aprendizaje de los estudiantes, no solo a nivel de Educación Superior, sino en el resto de etapas educativas. De modo que dé comienzo a una línea de investigación de las consecuencias de la pandemia, donde se detecten y recojan actuaciones que reviertan la situación de desventaja que han podido tener los estudiantes durante este periodo. Al igual, es de interés investigar sobre las tecnologías aplicadas a la educación que se han empleado para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, identificando aquellas que han tenido un efecto motivador y colaborador entre los estudiantes y reflejan los preceptos de la educación 4.0.

En definitiva, este trabajo abre las puertas a posteriores estudios sobre Covid-19 y sus consecuencias en la etapa universitaria.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Dirección General de Investigación y Transferencia del Conocimiento de la Junta de Andalucía (España), en la convocatoria competitiva de ayudas a proyectos de investigación sobre el SARS-COV-2 y la enfermedad del COVID-19, cofinanciado con fondos públicos europeos FEDER (Proyecto I+D+i, Ref^a. CV20-01248).

REFERENCIAS

- Adefris, D., y Moges, B. (2021). The psychological impact and coping of Covid-19 pandemic among Arsi University students – Ethiopia. *Current Psychology*, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01886-2>
- Ahorsu, D. K., Lin, C. Y., Imani, V., Saffari, M., Griffiths, M. D., y Pakpour, A. H. (2020). The Fear of COVID-19 Scale: Development and Initial Validation. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11469-020-00270-8>
- Aleman-Arrebola, I., Rojas-Ruiz, G., Granda-Vera, J., y Mingorance-Estrada, Á. C. (2020). Influence of COVID-19 on the Perception of Academic Self-Efficacy, State Anxiety, and Trait Anxiety in College Students. *Frontiers in Psychology*, 11, 570017. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.570017>
- Amin, M., Alamri, M. M., y Al-Rahmi, W. (2019). Applying the UTAUT Model to Explain the Students' Acceptance of Mobile Learning System in Higher Education. *IEEE Access*, 7, 174673-174686. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2957206>
- Antony, M. M., Bieling, P. J., Cox, B. J., Enns, M. W., y Swinson, R. P. (1998). Psychometric properties of the 42-item and 21-item versions of the Depression Anxiety Stress Scales (DASS) in clinical groups and a community sample. *Psychological Assessment*, 10, 176-181. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.10.2.176>
- Atienza, F. L., Pons, D., Balaguer, I., y García-Merita, M. L. (2000). Propiedades psicométricas de la Escala de Satisfacción con la Vida en adolescentes. *Psicothema*, 12(2), 314-319.
- Baltà-Salvador, R., Olmedo-Torre, N., Peña, M., y Renta-Davids, A. I. (2021). Academic and emotional effects of online learning during the COVID-19 pandemic on engineering students. *Education and Information Technologies*, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10593-1>
- Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (2021). Orden de 7 de mayo de 2021, por la que se establecen los niveles de alerta sanitaria y se adoptan medidas temporales y excepcionales por razón de salud pública en Andalucía para la contención de la COVID-19 finalizado el estado de alarma. Extraordinario núm. 41. <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2021/541/BOJA21-541-00069.pdf>
- Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. John Wiley y Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118619179>
- Byrne, B. M. (2013). *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming, Second Edition Multivariate Applications Series*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203805534>
- Cabero-Almenara, J., y Llorente-Cejudo, C. (2020). Covid-19: transformación radical de la digitalización en las instituciones universitarias. *Campus Virtuales*, 9(2), 25-34.

- Cabero-Almenara, J., Guillén-Gámez, F. D., Ruiz-Palmero, J., y Palacios-Rodríguez, A. (2021). Teachers' digital competence to assist students with functional diversity: Identification of factors through logistic regression methods. *British Journal of Educational Technology*, 1-17. <https://doi.org/10.1111/bjet.13151>
- Diener, E., Emmons, R. A., Larsen, R. J., y Griffin, S. (1985). The Satisfaction with Life Scale. *Journal of Personality Assessment*, 49(1), 71-75. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa4901_13
- Faisal, R. A., Jobe, M. C., Ahmed, O., y Sharkar, T. (2021). Mental Health Status, Anxiety, and Depression Levels of Bangladeshi University Students During the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11469-020-00458-y>
- Fonseca-Pedrero, E., Paino, M., Lemos-Giráldez, S., y Muñiz, J. (2010). Propiedades psicométricas de la Depresión Anxiety and Stress Scales-21 (DASS-21) en universitarios españoles. *Ansiedad y estrés*, 16(2), 215-226. <https://doi.org/10.1037/t11019-000>
- Freeston, M. H., Rhéaume, J., Letarte, H., Dugas, M. J., y Ladouceur, R. (1994). Why do people worry? *Personality and Individual Differences*, 17(6), 791-802. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(94\)90048-5](https://doi.org/10.1016/0191-8869(94)90048-5)
- González, M., Cubas, R., Rovella, A. T., y Darias, M. (2006). Spanish adaptation of the Intolerance of Uncertainty Scale: Cognitive processes, anxiety, and depression. *Psicología y Salud*, 16(2), 219-233.
- González, T., De la Rubia, M. A., Hincz, K. P., Comas-López, M., Subirats, L., Fort, S., y Sacha G. M. (2020). Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education. *PLoS ONE*, 15(10), e0239490. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239490>
- Huarcaya-Victoria1, J., Villarreal-Zegarra, D., Podestà, A., y Luna-Cuadros, M. A. (2020). Psychometric Properties of a Spanish Version of the Fear of COVID-19 Scale in General Population of Lima, Peru. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 22, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11469-020-00354-5>
- Iglesias-Pradas, S., Hernández-García, Á., Chaparro-Peláez, J., y Prieto, J. L. (2021). Emergency remote teaching and students' academic performance in higher education during the COVID-19 pandemic: A case study. *Computers in Human Behavior*, 119, 106713. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106713>
- Jang, S., y Lee, H. (2021). Changes in Core Competencies among Korean University Students Due to Remote Learning during the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 7476. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147476>
- Jiang, R. (2020). Knowledge, attitudes and mental health of university students during the COVID-19 pandemic in China. *Children and Youth Services Review*, 119, 105494. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105494>
- Khechine, H., Raymond, B., y Augier, M. (2020). The adoption of a social learning system: Intrinsic value in the UTAUT model. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2306-2325. <https://doi.org/10.1111/bjet.12905>
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling (2nd ed.)*. Guilford.
- Lantarón, B. S., García-Perales, N., y Elisondo, R. C. (2021). La vivencia del alumnado en tiempos COVID-19: Estudio comparado entre las universidades de Extremadura (España) y Nacional de Río Cuarto (Argentina). *Revista Española de Educación Comparada*, 38, 44-68. <https://doi.org/10.5944/reec.38.2021.28936>

- Manjareeka, M., y Pathak, M. (2020). COVID-19 lockdown anxieties: Is student a vulnerable group? *Journal of Indian Association for Child and Adolescent Mental Health*, 17(1), 72-80.
- Mardia, K. V. (1970). Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*, 57, 519-530. <https://doi.org/10.1093/biomet/57.3.519>
- Miranda, J., Navarrete, C. H., Noguez, J., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A., Bustamante-Bello, M. R., Rosas-Fernández, J. B., y Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- Moorhouse, B. L. (2020) Adaptations to a face-to-face initial teacher education course 'forced' online due to the COVID-19 pandemic. *Journal of Education for Teaching*, 46(4), 609-611. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1755205>
- Mukhtar, K., Javed, K., Arooj, M., y Sethi A. (2020). Advantages, Limitations and Recommendations for online learning during COVID-19 pandemic era. *Pak. J. Med. Sci.*, 36, 1-5. <https://doi.org/10.12669/pjms.36.COVID19-S4.2785>
- Nuere, S., y de Miguel, L. (2020). The Digital/Technological Connection with COVID-19: An Unprecedented Challenge in University Teaching. *Technology, Knowledge and Learning*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09454-6>
- Odriozola-González, P., Planchuelo-Gómez, A., Irurtia, M. J., y Luis-García, R. (2020). Psychological effects of the COVID-19 outbreak and lockdown among students and workers of a Spanish university. *Psychiatry Research*, 290, 113108. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113108>
- Organización Mundial de la Salud – OMS (2017). *Life course*. https://www.who.int/elena/life_course/
- Pérez-López, E., Vázquez, A., y Cambero, S. (2021). Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 331-350. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27855>
- Pintrich, P., Smith, D., García, T., yMcKeachie, W. (1993). Reliability and Predictive Validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53(3), 801-813. <https://doi.org/10.1177/0013164493053003024>
- Ramírez-Montoya, M. S., Loaiza-Aguirre, M. I., Zúñiga-Ojeda, A., y Portuñuez-Castro, M. (2021). Characterization of the Teaching Profile within the Framework of Education 4.0. *Future Internet*, 13(4), 91. <https://doi.org/10.3390/fi13040091>
- Stage, F. K., Carter, H. C., y Nora, A. (2004). Path Analysis: An Introduction and Analysis of a Decade of Research. *The Journal of Educational Research*, 98(1), 5-13. <https://doi.org/10.3200/JOER.98.1.5-13>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., y Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Verde, A., y Valero, J. M. (2021). Teaching and Learning Modalities in Higher Education During the Pandemic: Responses to Coronavirus Disease 2019 From Spain. *Frontiers in Psychology*, 12, 648592. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.648592>
- Zurita, F., Martínez, A., Chacón, R., y Ubago, J. L. (2019). Analysis of the Psychometric Properties of the Motivation and Strategies of Learning Questionnaire—Short Form (MSLQ-SF) in Spanish Higher Education Students. *Social Sciences*, 8(5), 132. <https://doi.org/10.3390/socsci8050132>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 16/02/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 11/03/2022

Flexible Learning Itineraries in Digital Environments for Personalised Learning in Teacher Training

Itinerarios de aprendizaje flexibles en entornos digitales para un aprendizaje personalizado en la formación docente



- Adolfin Pérez-Garcias - *Universidad de las Islas Baleares (España)*
- Gemma Tur Ferrer - *Universidad de las Islas Baleares (España)*
- Sofía Villatoro Moral - *Universidad de las Islas Baleares (España)*
- Antònia Darder-Mesquida - *Universidad de las Islas Baleares (España)*

ABSTRACT

The pedagogical strategy of flexible learning itineraries in digital environments aligns with current practices that focus on students' agency to control their own learning. Flexible learning itineraries allow personalised learning while enhancing self-regulated learning skills such as setting aims and defining strategies. Paramount for successful strategies of flexible learning itineraries is the learning design which has to be defined with precision and responds to a detailed set of needs beyond access at anyplace or anytime. The main aim of flexible learning itineraries is to allow student choice so that they may construct their own pathway by selecting their options based on their own individual needs, motivations and prior knowledge. This research seeks to validate the prototype of a pedagogical strategy based on flexible learning design implemented in a subject of the Teacher Education programme at the University of the Balearic Islands. From a design-based research methodological approach, learning itineraries and sequences were created, and data was collected on student satisfaction via an online survey. Results show, on the one hand, the students' satisfaction with the experience and the pathways built, and on the other hand, in view of the diversity of choices made, that the pathways promoted the personalisation of learning, allowing the teaching-learning process to be adjusted to their personal characteristics. Conclusions suggest that the instructional design supports self-regulated learning strategies. In addition, conclusions reflect on the need to address digital current challenges from equitable and just approaches; and, also, on the value of the teacher's role as designer.

Keywords: educational technology; information and communication technologies; teacher education; individualised teaching; self-management.

RESUMEN

La estrategia didáctica basada en el diseño de itinerarios de aprendizaje flexibles en entornos digitales se alinea con las prácticas actuales centradas en la agencia de los estudiantes para tomar el control de su propio aprendizaje. Estos permiten un aprendizaje personalizado al tiempo que mejoran habilidades de aprendizaje autorregulado como establecer objetivos y definir estrategias. El objetivo principal de los itinerarios de aprendizaje flexibles es permitir a los estudiantes elegir para que puedan construir su itinerario seleccionando opciones en función de sus propias necesidades individuales, motivaciones y conocimientos previos. Esta investigación busca validar el prototipo de una estrategia didáctica basada en el diseño de aprendizaje flexible implementado en una asignatura del Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de las Islas Baleares. A partir del enfoque metodológico de investigación basada en diseño, se crearon itinerarios y secuencias de aprendizaje y se recopilieron datos sobre la satisfacción de los estudiantes mediante una encuesta en línea. Los resultados muestran, por una parte, la satisfacción del alumnado con la experiencia y los itinerarios construidos, y por otro, a la vista de la diversidad de elecciones que se hicieron, que los itinerarios promovieron la personalización del aprendizaje permitiendo ajustar el proceso de enseñanza-aprendizaje a sus características personales. Las conclusiones sugieren que el diseño didáctico apoya las estrategias de aprendizaje autorregulado. Además, reflejan la necesidad de abordar los desafíos actuales digitales desde enfoques equitativos y justos; y, también, sobre el valor del papel de los profesores como diseñadores.

Palabras clave: tecnología educativa; tecnologías de la información y la comunicación; formación del profesorado; enseñanza personalizada; autogestión.

INTRODUCTION

Today, there are cases where learning designs aimed at developing lifelong learning and promoting the integration of Information and Communication Technologies (ICT) in pedagogical processes are remain based on traditional education, which has been mainly characterised by content and teacher-centred approaches to learning. These characteristics have been observed as inefficient in addressing learning in a digital society characterised by their complex knowledge (Salinas, 2009; Agudelo & Salinas, 2015). Flexible learning responds to the need to promote pedagogical methodologies placing students at the centre of teaching and learning processes (Willems, 2011) and digital technologies can support these new ideas for teaching under learning designs forms (Laurillard et al., 2018). Likewise, the OECD Skills Outlook 2019 report posits that digital environments can support the development of skills and interdisciplinary knowledge by facilitating student construction of their own self-paced learning processes. Autonomous and lifelong learning can be enhanced by flexible itineraries or pathways across different contexts, which, in this regard, have been facilitated by the design of technology-enhanced learning activities (Marín et al., 2020). Virtual environments can extend learning beyond formal and institutional contexts for which it becomes paramount for learners to develop skills for lifelong learning whilst at the same time being able to plan and manage their own learning processes. Furthermore, digital environments are at the root of current educational trends which allow student-centred approaches for autonomous and personalised learning (de Benito et al., 2010; Agudelo & Salinas, 2015; Mengual-Andres et al., 2020) and which are paramount for the promotion of Open Educational Resources (OER), as recommended by the UNESCO (2019). In order to achieve these goals, learning design needs to be addressed rigorously by taking into account the diverse elements and their interactions (Salinas & Agudelo, 2016). In this article we present an initial prototype of the pedagogical strategy based on flexible learning itineraries or learning pathways in digital environments so as to face the challenges arisen by digital technologies in education and address the need for personalization of learning and digital skills along with a critical approach for equality based on OER.

At this point, it should be underlined that in this paper we use the terms learning itineraries and learning pathways as synonyms, following Buitrago et al. (2021). These two terms come from different research backgrounds which do not seem to have been cross-referenced in previous scientific literature but which we observe as conceptually equivalent and we believe that an understanding of both views could have a positive impact on the two conceptual traditions. However, there seems to be a very relevant difference between these two conceptual traditions relating more to their implementation and practice rather than their underlying frameworks. Learning itineraries have always been implemented in contexts where diversity and opportunities for student choice are offered by the teacher's learning design (see, for

example, studies by de Benito et al. (2010) and Agudelo and Salinas (2015) which are all conducted in the emerging spaces between personal and institutional virtual environments and offer a set of options), whereas for learning pathways there also exists educational implementation in which diversity of student choice is based on adaptive digital environments in which the routes are mainly supported by data-driven decisions – as, for example, in Welch Bacon and Gaither (2020) – and may involve choice throughout the whole programme – see for example, research by Latrellis et al. (2020).

THEORETICAL FRAMEWORK

Flexible learning promises democratic access to education for everyone. However, flexible learning has also been criticised for its uncritical approaches, in which agentic skills are assumed while other circumstances related to power and privileges remain inadvertent (Houlden & Veletsianos, 2019). Thus, flexibility beyond “anytime anyplace” claims are needed, which requires greater questioning by practitioners (Houlden & Veletsianos, 2019) and designers and further work as required in learning itineraries or pathways.

In the context of formal education and as a general approach, learning pathways have been defined by Janssen et al. (2011, p. 2018) as “sets of one or more learning activities leading to a particular learning goal” and can take the form of simple tasks to be completed by students or involve an entire curriculum. According to Janssen et al. (2011), in order to make their choices, learners need some specifications such as learning objectives, study load or prerequisites. The decision process is carried out through two main processes: screening and choice, which means that students select a number of possible options by considering their attributes before making the final choice. This means that the number of options offered should avoid choice overload and a tool to select a limited set of options is recommended in order to help learners in their selection process. In line with this, learning itineraries have been said to allow flexibility, which has been described as the adaptation of the media, the organisation of content and learning objectives, time, participation conditions, and instructional design, among other elements (de Benito et al., 2010; Agudelo & Salinas, 2015; Buitrago et al., 2021). Also, Buitrago (2020) has observed that learning itineraries have been designed based on different underpinning concepts such as learning guides or content structures and more recently have been adapted to concept maps.

Salinas (1999) observed that flexible education demands a conceptual change in its learning and teaching processes, as well as in the teacher’s roles together along with the educational practices and the organisation of content, and its access, control and infrastructure. The underlying educational principles for flexible itineraries require a balanced approach to collaborative and autonomous learning along with the key role of the learner who makes their own choices. Also, as one of the main elements,

the technological environment allows processes to be controlled (Salinas, 2013). Therefore, the option of flexible learning itineraries in digital environments allow for personalisation of learning while at the same time promoting the development of self-regulated skills and student agency (de Benito et al., 2020). Flexibility is promoted through digital environments since these support navigation through the diverse options that may configure learning itineraries (Lopes & Lima, 2019).

Personalised learning has been defined as the adaptation of “teaching decisions on a macro and micro level to follow an individual learner’s needs” (Rajagopal et al., 2020, p. 155). Both flexible itineraries and pathways have been linked to personalised learning. From one perspective, personalised learning pathways have been defined as “an organised, progressive and adaptive architecture within which learning content is personalised to achieve improved comprehension and demonstrated competence by each individual learner” (Welch Bacon & Gaither, 2020, p. 91). In this definition, the data-driven environment is included in the term ‘adaptive system’ and it allows us to understand that personalisation comes from the data obtained and the solutions offered by the platform itself.

However, personalised learning can also be understood separately from the adaptive systems recently developed. According to this different approach, personalisation of learning is based on the adaptation of content and planning of the design by including students’ prior knowledge, varied content levels, including the need for higher levels of performance, and diverse learning styles (Minguillón et al., 2005) allowing the co-design of their education plan that may result in increasing students’ commitment and engagement (Buitrago et al., 2021). Thus, based on these authors, personalisation of learning is closely related to the construction of student learning paths based on their interests, needs, prior knowledge and peer influence. Following Coll (2016), the purpose of personalised learning is to enable students to make sense of what they are learning, which involves taking control of and making their own decisions about their learning. Learners have their own voice and the option to choose. In this way, they can adapt to their own learning pace, adjusting it to their own beliefs or eliminating barriers whilst simultaneously increasing student engagement (Coll, 2016). However, this flexibility for personalised learning needs to be guided by teachers who should offer increasing flexibility during the learning process, giving more guidance at the beginning and more freedom towards the end (Peña-López, 2009).

Martínez (2009) suggested that personalised learning is a key pedagogical element for building a learning itinerary as it supports meaningful information management by organising learning. Benítez (2010) also added that a learning design directly connects learning theories and their implementation as they work together to turn theory into practice. ICT can enhance the learning design of personalised learning when based on the constructivist approach whilst at the same time improving the discussion between educational stakeholders (Coll & Monereo, 2008). Likewise, ICT

can facilitate personalization by promoting the creation and access to OER, which have been claimed to support equity and inclusion for all learners (UNESCO, 2019).

Therefore, flexible itineraries require a high level of learning design, involving greater organisation of elements such as aims, content, organisational structure (Cabero, 2004) and the pedagogical sequence which is related to meaningful learning (Díaz Barriga, 2013). Díaz Barriga (2013) defines the pedagogical sequence as activities with an internal order aimed at achieving a new outcome based on previous learning and which are related to a problem-based situation in a real context. The design of pedagogical sequences is dynamic since all activities are highly interrelated – including assessment. They are designed in three phases: initial activities, where there is a connection with students' prior knowledge; development activities in which new learning scenarios are established; and closing activities, which require summarising and the conclusion of the whole learning process.

The learning design of this conceptual pedagogical sequence approach, with its three different stages of preparing, performing and concluding learning, has a close relationship with the self-regulated learning process framework. Zimmerman's work (1989; 2002) was pioneering and first described self-regulated learners as those learners who control their processes based on motivational, cognitive and behavioural variables and who are able to transform their mental abilities into cognitive academic skills. In parallel, McCombs (1989) emphasised the active role of learners, who choose their learning aims and thus plan, select strategies and assess their performance during learning. Further research in this field has provided a definition of diverse models, and of all of these, Zimmerman's (1989), which was subsequently revised by Zimmermann and Moylan (2009), is that which is most closely related to the concept of flexible learning itineraries.

Student academic agency involves moving forward in the context of self-regulated learning research and is receiving greater attention in the educational context. Based on Castañeda et al. (2014), agency includes cognitive, motivational and self-regulatory elements that allow students to develop learning skills in an active way. In particular, it is related to the ability to choose between options, which implies the use of resources and strategies for the development of agency in the individual, relational and contextual dimensions defined by Jääskelä et al. (2016).

This article aims to present a pedagogical strategy prototype based on flexible learning itineraries allowing for personalisation of learning, and in which students have the opportunity to build their learning process, and thus, develop self-regulated learning skills and enact agency. Our research aims to design and assess a pedagogical strategy based on learning itineraries which are organised in pedagogical sequences in order to enhance students' self-regulated learning. Thus, our work seeks to answer the following research questions: Do students perceive that personalised learning itineraries support self-regulated and autonomous learning?

METHODOLOGY

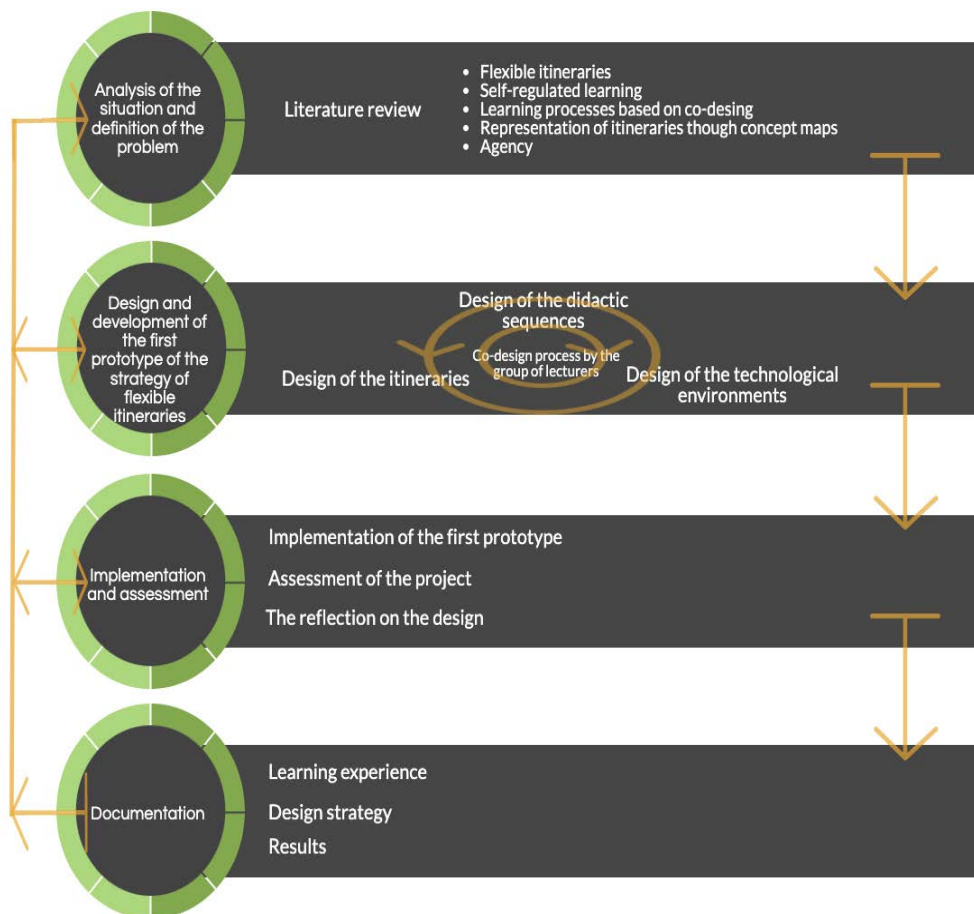
In order to answer the research questions, the following aim is defined: design and analysis of pedagogical sequences to the construction of personalised learning itineraries supporting student autonomy and responsibility in the teaching and learning process. Thus, a design-based research methodology is adopted as the research approach (de Benito & Salinas, 2016; Plomp, 2013; Reeves, 2006), offering a framework to study the design and implementation of educational improvement with participative processes and iterative cycles. Thus, each new cycle, which is based on the results of the implementation of the previous one, improves the design and contributes to the expansion of what is known by offering design principles.

This paper presents the methodological design of the research carried out and describes the implementation of the first cycle. The complete design is presented in another article published by Salinas and de Benito (2020).

The study has followed the phases described by Reeves (2006) and de Benito and Salinas (2016): a) analysis of the situation and definition of the problem; b) development of solutions; c) implementation and evaluation; and d) production of documentation and generation of design principles.

Figure 1

Cycle diagram following the phases described by Reeves (2006) and de Benito and Salinas (2016)



Analysis. The analysis of the situation allows us to formulate the research questions and variables of the study by addressing both the literature review and context analysis. In this phase, we carried out a systematic review of flexible itineraries (de Benito et al., 2010; Salinas & Agudelo, 2016), self-regulated learning (Zimmermann & Moylan, 2009), learning processes based on co-design (Dollinger et al., 2018), representation of itineraries through mind maps (de Benito et al., 2012) and agency (Jääskelä et al., 2016). All these reviews considered the characteristics

of higher education and the organisational requirements along with those of virtual environments and participants.

Design and Development. In this phase, the design and development of the first prototype of the flexible itineraries strategy was carried out in different iterative cycles. Each cycle included a process of situation analysis, design and development, implementation and assessment, and closing. The cycles that were developed are the following:

- a. Design of the pedagogical sequences that would make up the itineraries. In a co-design process by the group of lecturers the following structure was agreed: a) information on the topic; b) development and construction of learning by designing learning activities; c) closing, reflection and assessment (Díaz Barriga, 2013). A template for the presentation of the pedagogical sequence was agreed upon (students file/document) and understood as an OER since all were free to use and reuse in order to create their itineraries. This document includes two closing instruments: an assessment questionnaire so that students can assess their satisfaction level according to their own motivation and awareness of their own learning; and, an assessment survey to evaluate student satisfaction with the learning design suggested and documents provided. All documents were open to students in a local repository, which was fed by the team of lecturers-researchers and available to all participants of the different groups of the subject and islands.
- b. Design of the itineraries. Based on a co-design approach, the group of lecturers-researchers established the criteria for the design to support face-to-face and distance itineraries with a wide range of formats. In developing the process, many ways to collect data on the learning itineraries chosen by students were used: analysis of mind maps with visual representation of their personal itinerary, analysis of their personal weekly reflective tweets on their learning and the final satisfaction survey. In this paper, we present the results of the final survey.
- c. Design of the technological environment. In this phase, the design of the virtual platform to support learning itineraries was undertaken. This design was based on the institutional virtual environment and other technical support services for the selection of the learning path. In order to assess the usability of the digital environment, we collected both messages sent by students and lecturers' assessments from their follow-up meetings.

Implementation and assessment. This cycle included the implementation of the first prototype, the assessment of the project and the reflection on the design of flexible learning itineraries. During strategy implementation, information was collected through the above-mentioned techniques: final survey, closing survey in each pedagogical sequence, monitoring of the co-design process, student outcomes and performance analysis and communication throughout the digital environment.

Documentation. Presentation and dissemination of the learning experience, design strategy and results obtained.

Context

In this section there is a description of the context of the itinerary prototype implemented during school year 2019-20 in a third-year subject of the Primary Teacher Education programme at the University of the Balearic Islands with the intervention of six teachers and 206 students organised into 5 groups. Furthermore, we report the results obtained on student satisfaction with the itinerary. All students were informed of the research project and its aims and were asked for their voluntary participation for which they did not receive any compensation and could withdraw without negative consequences. All data have been treated anonymously following the mandates of current European and Spanish laws on data privacy.

Design, development and implementation of a strategy based on flexible learning itineraries

Based on the agreements reached by the lecturer-researcher teams on the pedagogical sequences, organisation of itineraries and the technological environment, a prototype was designed and developed with the following characteristics.

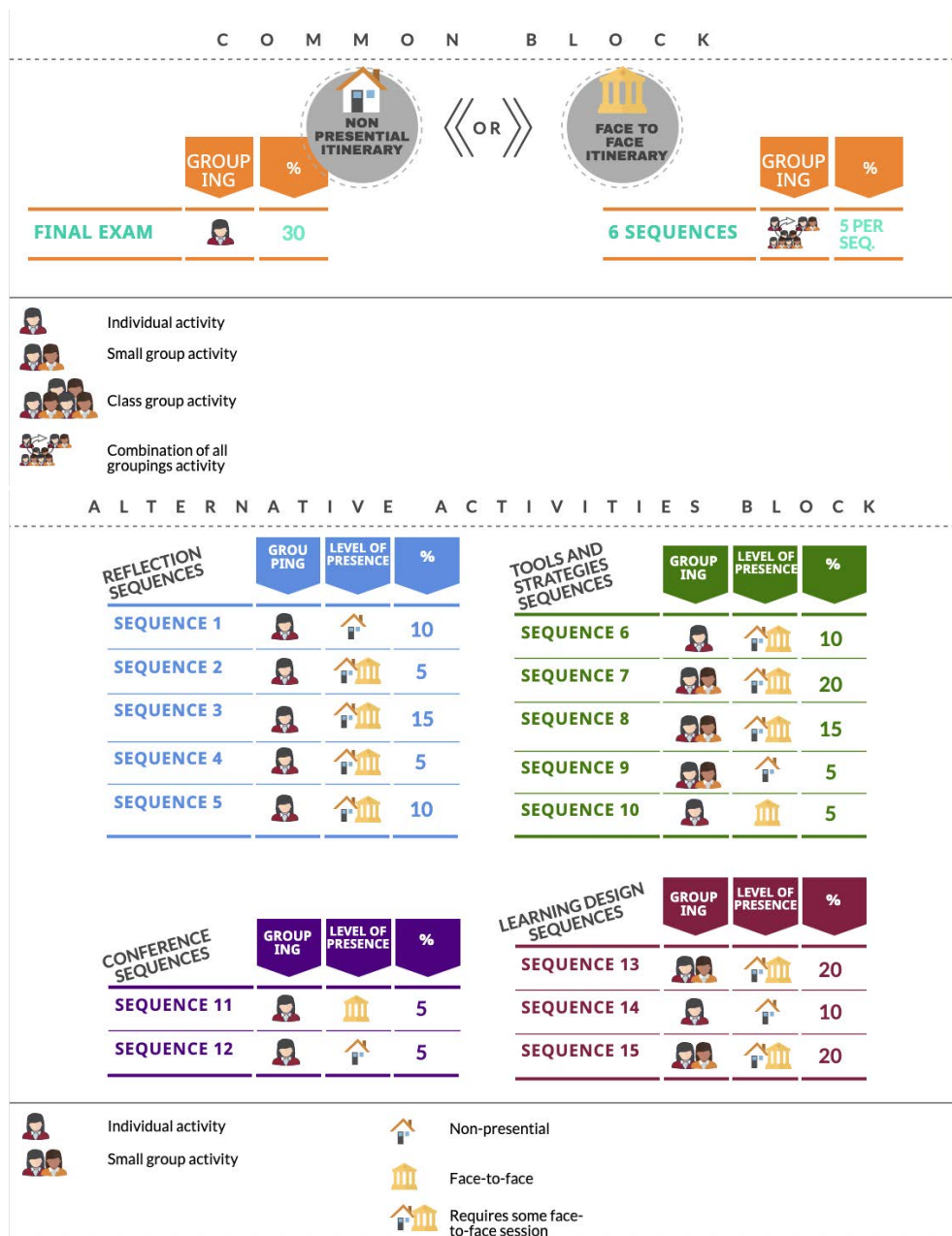
For the creation of the itineraries, we followed the model agreed upon in the design phase and thus, the pedagogical sequence followed the structure suggested by Díaz Barriga (2013): introductory activity, development and closing activity. Assessment was decided according to workload and the pedagogical sequences were structured into blocks of 6 hours (6, 12, 18, and 24) which accounted for 5%, 10%, 15% and 20% of the final assessment, respectively. Each pedagogical sequence included a student fact sheet that presented information on elements such as, learning aims, places available, requirements, teamwork, dedication in hours, schedule, sequence description and task (or activities), assessment criteria and a satisfaction rating, and learning resources. These elements emerge both as part of the pedagogical design and as attributes for students' choices, as suggested by Janssen et al. (2011).

The itinerary of this subject was organised into two blocks: a common one that would make up 30% of the final assessment and which included a face-to-face continuous assessment route, and a non-presential route; a wide variety of activities of up to 15 pedagogical sequences split into four groups according to their typology, from which students had to choose one for each group and whose assessment composed 70% of their final mark. The group of sequences aimed to diversify the learning activities offered and thus better adapt to students' needs and motivations. To this end, pedagogical sequences included the following options: distance and in person activities, experiential and contextualised ones requiring continuous attendance; individual and teamwork activities with different groupings of students;

and, finally, pedagogical sequences for a variety of topics and based on different approaches.

The pedagogical proposal was implemented in the institutional virtual environment and with the support of other external services – such as survey tools – for the selection and management of itineraries and group formation depending on selection; as well as for data collection on satisfaction with the learning itinerary compound and the pedagogical sequence outcomes (see Figure 2).

Figure 2
Learning itineraries: blocks and pedagogical sequences



RESULTS

Results on student satisfaction with the itinerary and sequence

At the end of the term, a final survey to assess student satisfaction was conducted. The instrument included questions about the strategy based on flexible itineraries, the descriptive files of the pedagogical sequences, time and organisation management and the virtual environment. It was developed ad hoc and included 18 items to be answered on a Likert scale with 5 levels and 2 open response items. Out of the 206 students enrolled, 196 responses were collected from students who stated that they had attended more than 80% of the lessons on campus.

In parallel, at the end of each alternative sequence, along with task submission, students were asked to score their satisfaction with the pedagogical sequence on three items whose answers included a five-level scale.

Following Carifio and Perla (2008), the data obtained on the Likert scale were associated with a numerical variable, 1 for the minimum rating of the scale and 5 for the maximum, and a descriptive statistical analysis was performed.

From the average scores obtained in the final questionnaire, it appears that (see Table 1):

- Students valued positively the option of selecting their own itinerary (4.12) and were satisfied with their selection (3.76). The experience of working through itineraries was equally positive (3.81), motivating (3.36), and students reported learning that could be transferred to other situations (4.09).
- The sequence descriptions were consulted (4.24), the information contained was sufficient to construct the itinerary (3.49). They were useful (3.37), provided sufficient information (3.26) and helped to organise learning (3.36), although they were not clear (2.98).
- Time dedicated was sufficient to master the subject (3.95) and the pace of work was appropriate (3.05).
- In the organisation of content by itineraries, the option of exercising control over the learning process (3.57), of learning more (3.44) and of focusing on lesser-known content (3.38) were valued positively.
- The assessment of access to resources (3.84) and communication tools (3.82) in the virtual classroom was also positive.

Table 1

Mean scores and standard deviation of student satisfaction with the route, sequences and environment

	X	σ
I appreciate the option of selecting my own itinerary	4.12	.997
I am satisfied with the selected itinerary	3.76	1.10
In general, I value the working experience of this subject as positive	3.81	.99
The way of working in the subject (by itineraries) was motivating for me	3.26	.996
From the way I worked in this subject, I learned skills that I will be able to use in other subjects or professional experiences	4.09	.806
I consulted the sequence descriptions to construct my itinerary	4.24	1.12
The information presented in the sequence sheets was sufficient to choose my itinerary	3.49	.965
The sheets for each sequence were useful for me	3.37	1.34
The sheets for each sequence gave me enough information	3.26	1.12
The information presented in the sequence sheets helped me to organize	3.36	1.21
The descriptive sheets of each sequence were clear and easy to understand	2.98	1.15
The time I spent preparing the subject was enough to master it	3.95	.999
The pace of work of activities, submitting assignments etc., was suitable	3.05	1.15
This way of working on the content gave me more control over the learning process, as it allowed me to work on it according to my preferences (timetable, pace, learning style etc.)	3.57	1.09
I think this way of working and organizing content helps me learn more	3.44	1.19
This way of organizing the content gave me more control over the learning process, as it allowed me to focus on the content, I did not know	3.38	1.07
The structure of the subject in the virtual environment made it easier for me to access the resources	3.85	1.06
The communication tools in the virtual environment were sufficient and suitable	3.82	1.03

Additionally, the results (average scores) of satisfaction with the 15 alternative sequences indicate a high level of satisfaction with the learning process (4.56). The approach to the pedagogical sequences was motivating (4.14) and students are aware of the new knowledge that the activity has brought in regard to their future teaching practice (4.36) with a low level of dispersion in scores (see Table 2).

Table 2

Mean scores (mean and standard deviation) of student satisfaction with the options offered

	X	σ
I am satisfied with the learning process	4.26	.756
I found the approach to the activity motivating	4.14	.811
This activity provided me with new knowledge that I will be able to take into account in my professional practice	4.36	.726

In light of the average scores, and also considering the dispersion in many items, we can affirm that organisation by itineraries was welcomed by a large number of students who reported benefits in their learning. As for the components, we observed that the model and content of the descriptive sheets of the sequences were appropriate and useful, although it would definitely be worthwhile making them clearer for further iterations of the pilot strategy.

Data obtained suggest that itineraries were well planned in terms of pace and workload. This is a key element since this methodology increased the number and diversity of activities to be carried out by students, which might well have resulted in a heavier workload and a greater need for organisation. This planning facilitates the process of screening and final choice as suggested by Janssen et al. (2011). In fact, students' comments about the advantages and disadvantages of this project and organisational methodology – 155 answers on the former and 183 on the latter – show that the most significant limiting factor was workload. Likewise, we might also infer that it helped a large number of students improve their level of self-management in the process (or it benefited those students who had these skills), management of resources and relationships with others. The comments collected on affordances reinforce this last statement, as the main advantage (according to 38.1% of respondents) was being able to choose the sequences to be carried out according to interests or motivations, followed by different aspects encompassing self-regulation (37.4%), which in turn was the second disadvantage (10.9% of respondents).

It can be observed that the rating of each one of the sequences is higher than the overall evaluation of the itineraries, the descriptive sheets, and so on. An explanation for this fact is that the satisfaction survey for each sequence followed by students was filled out upon completion of each one during term time, whereas the overall assessment of the proposal took place at the end of the academic year, when students might have been showing signs of fatigue in their answers.

DISCUSSION AND CONCLUSION

It seems that flexible itineraries have encountered difficulties in educational uptake, as claimed some time ago by Gunn (2011), although they are one of the most relevant pedagogical strategies for student-centred approaches to learning, and thus, in alignment with current innovation trends in which students are asked to develop autonomously (Willems, 2011; Salinas et al., 2022). It is interesting to point out that in contrast to traditional designs where the same set of content and strategies are offered (Salinas et al., 2022), itineraries support continuous change and innovation that affects not only learners but also teachers and the whole institution. The innovative design documented in this article based on flexible itineraries in virtual platforms also changes the way teachers play their role and involve new organisational and technological environments that might affect and prepare institutions for the future requirements of our complex and diverse current society. Indeed, the fact that the diverse options are open through a local repository is a step forward towards open education, which has been argued to be transformational (Elias, 2021). Nonetheless, each pedagogical sequence becomes an OER, and users are free to use and reuse all materials available to them. In the experience reported, these OER have been available to students of the diverse groups involved, but with the new iteration cycles they will be improved and accessible for a wider audience. In this way, currently participants across different programmes have been involved through a common VLE (Virtual Learning Environment) and a tool to build flexible learning itineraries, and for the last step, as the resulting outcome of the third cycle of iteration, it is planned that both pedagogical sequences and virtual environments will be totally open to be used, mixed and reused by lecturers from other universities and contexts.

As has been argued, flexible itineraries have been linked to personalisation of learning along with the development of skills for self-regulated learning and student agency. The results obtained allow us to support these relationships by reflecting on the strengths and weaknesses observed, which in turn will be considered for further iterative cycles to re-design the strategy.

The diversity of final choices and thus, of personal itineraries, is evidence of having successfully handed over control to students and of connecting with their individual needs, motivations and preferences, organisation and availability, and prior knowledge (Minguillón et al., 2005; de Benito et al., 2010; Agudelo & Salinas, 2015). The connection of current learning with further lifelong and professional scenarios aligns this educational practice of learning itineraries with the development of student-centred designs, for the development of learners' skills and interdisciplinary knowledge, something which is essential to face the challenges of the 21st century, as claimed by the OECD Skills Outlook 2019 (2019). Furthermore, the learning design has also allowed students to enact their agency (Jääskelä et al., 2016), which is promoted mainly by offering the opportunity to choose, enhanced

by the contextual dimension. Our data support the fact that this process has been successfully developed.

Since students seemed to have constructed their own personalised learning itineraries, it was to be expected that these itineraries would have an impact on student engagement and motivation. Our results seem to confirm these facts and show evidence of engagement and satisfaction – despite the fact that some difficulties were also reported. This is also particularly interesting as motivation is one of the key processes described when preparing learning and following the self-regulated model referred to in this study, which seems to have been supported by the pedagogical sequences provided.

The model of pedagogical sequences seems to have supported student self-regulated learning processes (Zimmerman, 2002; Zimmerman & Moylan, 2009). In summary, students planned the processes – they chose their options in relation to their needs, motivations and other attributes, such as time and workload. They performed learning – while monitoring the three phases of the learning sequence. And finally, they self-reflected after each submission – which was scaffolded by a survey to undertake self-assessment on learning and satisfaction.

Along these same lines, and considering the dispersion in the responses, we can infer that, on the one hand, this methodology helped improve students' self-management, and, on the other hand, it benefited those students who already possessing these skills. This is certainly an interesting line to explore and for which to create scaffolding aids, if needed.

As for the construction of learning itineraries, based on data collected on the usefulness of the factsheets, we can infer that they did not overburden students in terms of decision making, as suggested by Janssen et al. (2011). Therefore, we believe that the clustering of four types of pedagogical sequences, the number of options in each group and the information included in the sheets of the sequence were manageable. Furthermore, there were no comments or queries by students on an excessive number of attributes when it came to making the choices. All in all, it could be concluded that the enactment of agency while choosing (the contextual dimension of agency) has not been particularly troublesome and that the design and the resources provided have been helpful. However, further research should explore these aspects and the manner in which students could prioritise some attributes over others, as well as the way of balancing support with more guidance at the beginning and more freedom at the end of the learning process, following recommendations by Peña-López (2009).

The design-based research methodology also supported a collaborative and participatory design of learning itineraries, which can be compared to the co-design processes at different levels by involving both teachers and students. As for the lecturers-researchers, the diverse iterative stages of design and development allowed for permanent discussion and communication which resulted in different revisions from the first design to that which was finally implemented and assessed as the first

pilot. Additionally, there was also co-teaching and sharing of sequences among the learners. Currently, the research team is working on the creation of an infrastructure to share sequences and teaching, which is enhanced by extending the availability of the repository beyond the single subject to the total number of participants, including teachers and students of diverse programs and courses. In order to do so, during the second iteration, a new platform was developed and validated. The prototype called FLIC (Flexible Learning Itinerary Configurator) was used to support the process of selection and validation of the pedagogical sequences that formed the learning path. Also it was used to share this information through the common VLE, called PLI-TELE, which also was home to all pedagogical sequences offered to students. Following the design-based research approach, it is hoped that new steps will make each pedagogical sequence an Open Educational Resource available in FLIC as a totally open repository for all.

The learning design of the current strategy based on flexible itineraries or pathways has also brought to light some limitations. First of all, students mainly agreed with the submission schedule, but the high data deviation may suggest that some students might have struggled to keep up with the rate of submission deadlines for the diverse pedagogical sequences. Moreover, factsheet questions achieve a high level of acceptance rates but, when it comes to the question of clarity, these sheets did not achieve such a high level of satisfaction among students, who reported difficulties in understanding them. In the new iterations of this pilot strategy, these materials should be improved according to student observations, as should the submission schedule. As for lecturers, one main issue was reported relating to the need for a more automated decision-making process. Firstly, it is necessary to improve the institutional learning environment so as to facilitate and automate registration of students into pedagogical sequences. Secondly, it would be very helpful to develop a more automated system with which to assign students to different groups with specific requirements such as a limited number of members, organisational characteristics or topics as preferred.

Finally, it is noteworthy to highlight two more paramount claims. This study is aligned with the critical approach to flexible learning in which the design based on personalised itineraries seeks to promote equality by a detailed organisation beyond the open access at anyplace or anytime. Furthermore, this study is based on a learning design that has been conceived and developed by lecturers-researchers. The option of personalised learning is offered as a prior stage to learners who can choose based on their needs, motivations, likes or other attributes. This approach has been called by Buitrago et al. (2021) as adaptable learning itineraries and has nothing to do with the latest developments in adaptive systems where personalisation is data-driven. The latest reviews of these platforms suggest issues in terms of non-transparent usage of data and unethical practices (Cobo, 2019; Perrotta & Williamson, 2018). Some voices have also pointed out the rather limited effects on student learning and agency (Bali, 2020). With this current approach to personalised flexible learning

with itineraries, we are focusing on the role of teachers as designers for technology-enhanced learning (Laurillard, 2012; McKenney et al., 2015; Persico et al., 2018), who should be the real leaders of educational innovation in digital environments, and who are essential to answer to challenges raised by online learning from social justice and equal approaches.

Acknowledgments

This study has been supported by project: Estrategias metodológicas para la personalización de itineraries de aprendizaje en entornos enriquecidos por tecnología (EDU2017-84223), financed by FEDER / Ministerio de Economía, Industria y Competitividad/AEI.

REFERENCES

- Agudelo, O., & Salinas, J. (2015). Flexible Learning Itineraries Based on Conceptual Maps. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 4(2), 70-76. <https://doi.org/10.7821/naer.2015.7.130>
- Bali, M. [@Baha_Mali]. (2020, July 24). *Among the things that frustrate me most about AI for learning that guides students' learning pathways is that this dictates their learning path rather than making time to nurture their agency and critical thinking in choosing their own pathway. + It limits serendipitous learning.* [Tweet; thumbnail link to article]. Twitter. https://mobile.twitter.com/Bali_Maha/status/1286663675638677504
- Benítez, M. G. (2010). El modelo de diseño instruccional Assure aplicado a la educación a distancia. *Tlatemoani, Revista Académica de Investigación*, 1, 1-12. <https://bit.ly/3kAzNpQ>
- Buitrago, R. (2020). Realidad aumentada y los itinerarios personales de aprendizaje: una experiencia educativa para estudiantes con estilo cognitivo en la dimensión (DIC). In *Premio a la Investigación e Innovación Educativa Experiencias 2019* (pp. 177-197). Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, IDEP.
- Buitrago, R., Salinas, J., & Boude, O. (2021). Designing and Representing Learning Itineraries: A Systematic Review of the Literature. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, 47, 94-122. <https://doi.org/10.55612/s-5002-047-005>
- Cabero, J. (2004). Las TIC como elementos para la flexibilización de los espacios educativos: retos y preocupaciones. *Comunicación y pedagogía*, 194, 13-19. <https://bit.ly/35IjEII>
- Carifio J., & Perla R. (2008). Resolving the 50-year debate around using and misusing Likert scales. *Medical Education*. 42, 1150-1152. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03172.x>
- Castañeda, S., Peñalosa, E., & Austria, F. (2014). *Efectos de perfiles agentivos y no agentivos sobre la formación teórica del psicólogo. Componentes de epistemología personal, cognitivos y autorregulatorios.* Facultad de Psicología UNAM / CONACyT
- Cobo, C. (2019). *Acepto las Condiciones: Usos y abusos de las tecnologías digitales.* Fundación Santillana. <https://bit.ly/3ec6kJB>
- Coll, C. (2016). La personalización del aprendizaje escolar El qué, el por qué y el cómo de un reto insoslayable. In J.

- M. Vilalta (Dir.), *Reptes de l'educació a Catalunya. Anuari 2015* (pp. 1-36). Fundació Bofill. <https://bit.ly/2HJHUCc>
- Coll, C., & Monereo, C. (2008). *Psicología de la educación virtual: aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación*. Morata.
- de Benito, B., & Salinas, J. (2016). La investigación basada en diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 44-59. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>
- de Benito, B., Darder, A., Salinas, J., & Cañas, A. (2010). Construcción y validación de un itinerario de aprendizaje sobre diseño y producción de materiales didácticos multimedia. In J. Sánchez, A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful*. Proceedings of the 4th Concept Mapping Conference CMC, Viña del Mar, Chile, 1, 62-66.
- de Benito, B., Moreno-García, J., & Villatoro Moral, S. (2020). Entornos tecnológicos en el codiseño de itinerarios personalizados de aprendizaje en la enseñanza superior. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 74, 72-93. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.74.1843>
- de Benito, B., Darder, A., & Salinas, J. (2012). Los itinerarios de aprendizaje mediante mapas conceptuales como recurso para la presentación del conocimiento. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 39. <https://doi.org/10.21556/edutec.2012.39.372>
- Díaz Barriga, Á. (2013). Secuencias de aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 17(3), 11-33. <https://bit.ly/3iwKxEh>
- Dollinger, M., Lodge, J., & Coates, H. (2018). Co-creation in higher education: towards a conceptual model. *Journal of Marketing for Higher Education*, 28(2), 210-231. <https://doi.org/10.1080/08841241.2018.1466756>
- Elias, T. (2021). Mapping “A Situation of Open Education”: Using Collaborative Relational Mapping to Explore Motivations and Constraint Among Open Educators. *Journal of Interactive Media in Education*, 2021(1), p. 25. <https://doi.org/10.5334/jime.671>
- Gunn, C. (2011). Politics, Pedagogy, and Productivity as Drivers of Flexible Learning. In E. Burge, C. Campbell & T. Gibson (Ed.), *Flexible pedagogy, flexible practice* (pp. 67-78). Athabasca University Press. <https://bit.ly/35FClwI>
- Houlden, S., & Veletsianos, G. (2019). A posthumanist critique of flexible online learning and its “anytime anyplace” claims. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1-14. <https://doi.org/10.1111/bjet.12779>
- Jääskelä, P., Poikkeus, A. M., Vasalampi, K., Valleala, U. M., & Rasku-Puttonen, H. (2016). Assessing agency of university students: validation of the AUS Scale. *Studies in Higher Education*, 42(11). <https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1130693>
- Janssen, J., Berlanga, A. J., & Koper, R. (2011). Evaluation of the Learning Path Specification. *Educational Technology & Society*, 14(3), 218-230. <https://bit.ly/3e9UTcs>
- Latrellis, O., Savvas, I. K., Kameas, A., & Fitsilis, P. (2020). Integrated learning pathways in higher education: A framework enhanced with machine learning and semantics. *Education and Information Technologies*, 25, 3109-3129. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10105-7>
- Laurillard, D. (2012). *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology*. Routledge.
- Laurillard, D., Kennedy, E., Charlton, P., Wild, J., & Dimakopoulos, D. (2018).

- Using technology to develop teachers as designers of TEL: Evaluating the learning designer. *British Journal of Educational Technology*, 49(6), 1044-1058. <https://doi.org/10.1111/bjet.12697>
- Lopes, P., & Lima, G. A. (2019). Estratégias de Organização, Representação e Gestão de Trilhas de Aprendizagem: uma revisão sistemática de literatura. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 24(2) 165-195. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/3862>
- Marín, V. I., de Benito, B., & Darder, A. (2020). Technology-Enhanced Learning for Student Agency in Higher Education: a Systematic Literature Review. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, 45, 15-49. <https://doi.org/10.55612/s-5002-045-001>
- Martínez, A. (2009). The instructional design in the distance education: An approach to the different models. *Apertura*, 9(10), 104-119. <https://bit.ly/3e9UTcs>
- Mengual-Andrés, S., López Belmonte, J., Fuentes Cabrera, A., & Pozo Sánchez, S. (2020). Structural model of influential extrinsic factors in flipped learning. *Educación XX1*, 23(1), 75-101. <https://doi.org/10.5944/educxx1.23840>
- McCombs, B. L. (1989). *Self-regulated learning and academic achievement: a phenomenological view*. Springer-verlag. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3618-4_3
- McKenney, S., Kali, Y., Markauskaite, L., & Voogt, J. (2015). Teacher design knowledge for technology enhanced learning: an ecological framework for investigating assets and needs. *Instructional Science*, 43, 181-202. <https://doi.org/10.1007/s11251-014-9337-2>
- Minguillón, J., Mor, E., Santanach, F., & Guàrdia Ortiz, L. (2005). Personalización del proceso de aprendizaje usando learning objects reutilizables. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, Monográfico IV, 1-14. <https://bit.ly/3kFIOz9>
- OECD. (2019). *OECD Skills Outlook 2019*. <https://doi.org/10.1787/df80bc12-en>
- Peña-López, I. (2009). *Creating effective teaching and learning environments: First results from TALIS*. OECD.
- Perrotta, C., & Williamson, B. (2018). The social life of learning analytics: Cluster analysis and the ‘performance’ of algorithmic education. *Learning, Media and Technology*, 43(1), 3-16. <https://doi.org/10.1080/17439884.2016.1182927>
- Persico, D., Pozzi, F., & Goodyear, P. (2018). Teachers as designers of TEL interventions – Editorial of special issue. *British Journal of Educational Technology*, 49, 975-980. <https://doi.org/10.1111/bjet.12706>
- Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research, Part A: An introduction* (pp. 11-50). Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Rajagopal, K., Van Schoors, R., Vanbecelaere, S., de Bie, L., Depaepe, F. (2020). Designing personalised learning support for K12 education: learner control, motivation and psychological ownership. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, 45, 155-176. <https://doi.org/10.55612/s-5002-045-007>
- Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Ed.), *Educational design research* (pp. 86-109). Routledge
- Salinas, J. (1999). Enseñanza flexible, aprendizaje abierto. Las redes como herramientas para la formación. *EduTec-e. Revista electrónica de tecnología educativa*, 10. <https://bit.ly/3kEbxDe>
- Salinas, J. (2009). Nuevas modalidades de formación: entre los entornos virtuales institucionales y los personales de aprendizaje. In J. Tejada (Ed.), *Estrategias de innovación en la formación para el trabajo* (pp. 209-224). Tornapunta ediciones. <https://bit.ly/3mzge1P>

- Salinas, J. (2013). Enseñanza flexible y aprendizaje abierto, fundamentos clave de los PLEs. In L. Castañeda & J. Adell (Eds.), *Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red* (pp. 53-70). Marfil.
- Salinas, J., & Agudelo O. (2016). Itinerarios Flexibles de Aprendizaje y Mapas Conceptuales: un Abanico de Posibilidades para todos los Niveles Educativos. In A. J. Cañas, P. Reiska, J. D. Novak (Eds.), *Innovating with Concept Mapping. Proc. Of the Seventh Int. Conference on Concept Mapping (Vol 2)*, Tallinn University.
- Salinas, J., & de-Benito, B. (2020). Construction of personalized learning pathways through mixed methods. *Comunicación y Educación*, 28(65). <https://doi.org/10.3916/C65-2020-03>
- Salinas-Ibáñez, J., de Benito-Crosetti, B., Moreno-García, J., & Lizana Carrió, A. (2022). Nuevos diseños y formas organizativas flexibles en educación superior [New flexible designs and modes of organisation in higher education]. *Pixel-Bit.Revista de Medios y Educación*, 63, 65-91. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91739>
- UNESCO (2019). Recommendation on Open Educational Resources (OER). http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=49556&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- Welch Bacon, C. E., & Gaither, K. (2020). Personalized Learning Pathways: Using Technology to Promote Learning Beyond the Classroom. *New directions for teaching and learning*, 162, 91-102. <https://doi.org/10.1002/tl.20394>
- Willems, J. (2011). Students' Perceptions: Flexing Pedagogy and Practice. In E. Burge, C. Campbell and T. Gibson (Ed.), *Flexible pedagogy, flexible practice* (pp. 29-40). Athabasca University Press.
- Zimmerman, B. J. (1989). A Social Cognitive View of Self-Regulated Academic Learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 329-339. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.3.329>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: an overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64-70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2
- Zimmerman, B. J., & Moylan, A. R. (2009). Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In D. J. Hacker, J. Dunlosky & A. C. Graesser (Eds.), *Handbook of Metacognition in Education* (pp. 299- 315). Routledge.

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 27/02/2022


Fecha de aprobación para maquetación: 18/04/2022


Learning Itineraries to Work *Mathematic Probability* with Future Teachers in an Online Scenario with Deck.Toys Tool

Itinerarios de aprendizaje para trabajar *Probabilidad matemática* en futuros maestros en un escenario online con Deck.Toys



 Lara Orcos Palma - *Universidad Internacional de La Rioja (España)*

 Cristina Jiménez Hernández - *Universitat Politècnica de València (España)*

 Ángel Alberto Magreñán Ruiz - *Universidad de La Rioja (España)*

ABSTRACT

The work of Probability from the Compulsory Secondary Education stage and during the Baccalaureate is not generally contextualised and is, mainly, based on the rote learning of formulas. Therefore, when students arrive at university, a significant lack of knowledge related to the calculation of probabilities is evident. Teachers have to advocate for classroom strategies that help students to achieve lasting and contextualized learning and, even more, in areas such as Probability. This paper presents the design of a didactic proposal based on the use of gamified learning itineraries utilizing Deck.Toys digital tool for the learning of Probability in a sample of students of the Primary Education Degree who worked on an online environment. For this analysis, the outcomes obtained in two tests, initial and final, are collected in an experimental group that has used the tool and compared with those of a control group that worked in a traditional way. Moreover, the data of a survey of the evaluation of the user experience was also analysed. The results gained have been very satisfactory, the tests of comparison of means in the post-test shows a significant difference of 2.704 points more in the experimental group, taking into account that both groups were homogeneous. Likewise, the results of the satisfaction survey have been positive in terms of improving the understanding of both the procedures and the concepts involved on time management since students have been able to work at their own rhythm in an efficient way.

Keywords: information and communication technologies; probability; teaching and training; higher level education.

RESUMEN

El trabajo de Probabilidad desde la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y durante el Bachillerato no está generalmente contextualizado y se basa principalmente en el aprendizaje memorístico de fórmulas. Por tanto, cuando los estudiantes llegan a la universidad, se evidencia una importante falta de conocimientos relacionados con el cálculo de probabilidades. El profesorado debe abogar por estrategias en el aula que ayuden al estudiantado a lograr un aprendizaje duradero y contextualizado, más aún en áreas como la probabilidad. En este artículo se presenta el diseño de una propuesta didáctica basada en el uso de itinerarios de aprendizaje gamificados utilizando la herramienta digital Deck.Toys para el aprendizaje de la Probabilidad en una muestra de alumnos del Grado de Educación Primaria que trabajaban en un entorno online. Para el análisis, se recogen los resultados de dos pruebas, pretest y postest, en el grupo que ha utilizado la herramienta y en el que no forma online y se comparan los resultados obtenidos. Además, también se analizaron los datos de una encuesta de evaluación de la experiencia de usuario. Los resultados obtenidos muestran que la diferencia de medias en el postest es significativa de 2.704 puntos más en el grupo experimental, con un tamaño de efecto grande, aunque los grupos eran homogéneos. Asimismo, los resultados de la encuesta de satisfacción han sido positivos en cuanto a la mejora en la comprensión de los procedimientos y conceptos implicados y en la gestión del tiempo ya que han podido trabajar a su propio ritmo de forma eficiente.

Palabras clave: tecnologías de la información y de la comunicación; probabilidad; enseñanza y formación; enseñanza superior.

INTRODUCTION

The constant advances in the technological field, together with the impulse of the governments and the opportunity that it represents both for teachers and institutions as well as for students, lead to the development of new educational software that allow the adaptation to the needs of students (Prendes & Cerdán, 2021). Studies in which different technologies are used in the classroom are increasingly frequent (Benavides et al., 2020; Stosic, 2015; Tuma, 2021; Young-Jin, 2011).

On the other hand, given the current situation caused by SARS CoV-2, a large part of educational institutions around the world had to adapt to the new situation and, thus, to design and to work in e-Learning scenarios (Biswas & Debnath, 2020; Krishnapatria, 2020; Radha et al., 2020; Ramaiah et al., 2021), having to ensure that students are learning the content. One of the branches that presents more difficulties is mathematics, due to the abstraction of the contents and the difficulties that students show in their learning. In addition, the difficulty of losing direct contact with the teacher and working in an online environment is added, in which the participation of students can be reduced for different reasons and this aspect leads, in many cases, to the abandonment of students and more at university levels, where class attendance is optional. Therefore, teachers must be able to attract the attention of students and encourage their participation and involvement in their own learning.

Learning itineraries are a trend in recent years (Campos & Hernández, 2020; Mor et al., 2018; Rivera & Lindín, 2019; Sánchez-Ruiz et al., 2017) and more authors are studying the benefits they offer in the learning process, both in face-to-face and in online environments. This study tries to show that, in the field of Probability, one of the branches that is most complex for students, this type of educational practices, in an online environment, can be very positive, both in the improvement of learning results compared to the traditional online class, as well as in the students' perception of their own learning and their relationship with mathematical contents.

THEORETICAL FRAMEWORK

Literature in area related to the use of software to design and develop learning itineraries is growing in the last decades (Agudelo & Ibáñez, 2015; Dettori et al., 2002; Nabizadeh et al., 2020). The learning of Probability with those learning itineraries is not shown in literature and there are not results neither quantitative nor qualitative about this fact, but precisely this field of mathematics is one of the most propitious for these practices so the development and use of learning itineraries can be seen as a challenge both for teachers and higher institutions.

E-learning and mathematics

Nowadays, several university educational programs include distance education for which the use of technologies is necessary as they condition the way in which the teaching-learning processes are developed (Bozkurt, 2019; Heedy & Uribe, 2008). In this sense, the term e-learning arises to encompass both methodologies, processes and applications (Arkorful & Abaidoo, 2015) in online environments that advocate for the acquisition of knowledge and allow the interaction between the student and the teacher. Under this paradigm, the Flip Learning methodology represents a great opportunity for online learning as it allows students to reach the content as the protagonists of their learning (Jordán et al., 2019). This methodology is based on the use of explanatory videos of the content that the students can watch at home at their own pace, so that classroom moments, whether in person or online, are used to solve doubts, problems, etc. (Lage et al., 2000).

In the specific case of mathematics, there is a tend to advocate for the use of these classroom methodologies, so students can take much more advantage of the classes (Love et al., 2014; McGivney-Burelle & Xue, 2013; Talbert, 2012). On the other hand, it is evident that the workload for the student is increased, as well as the effort and dedication (Jordán et al., 2019). When choosing a didactic resource that helps teachers in the online teaching paradigm in mathematics, there are several aspects to consider in terms of its suitability, such as (Godino et al., 2007):

- Epistemic suitability.
- Cognitive suitability.
- Interactional suitability.
- Mediational suitability.
- Affective suitability.
- Ecological suitability.

Consequently, these aspects have been considered in the selection of the software for the online classes and the development of the learning path and experience. Moreover, it is important to consider the teacher beliefs of the use and domain of ICTs (Casillas et al., 2020; Sosa & Valverde, 2020).

Main difficulties in Probability learning

Although mathematics is complicated due to its abstraction, something that students repeatedly show, one of the branches that stands out the most is Statistics and Probability. Many authors have stressed, for more than 40 years, the need for the inclusion of both Probability and Statistics from the early stages (Alsina, 2017; Alsina & Salgado, 2019; Cuida et al., 2021; Ortiz & Alsina, 2019; Rodríguez- Múñiz

et al., 2020). One of the main problems with Probability is that there has been a historical trend that shows the lack of importance and work in the classes of this branch, which entails different difficulties associated with the fact that students are already tired at the end of course and with the textbooks, as shown by Cañizares et al. (1999), without offering sufficiently enriching and real situations that help them to reach a deep understanding. Batanero et al. (2004), analysed in detail the reasons why students have difficulties in learning Probability and, through their experience in a course within their own university, they gave possible answers to alleviate these problems through different examples, including probabilistic games. In addition, there are other studies (Cobb and Moore, 1997; Kapadia & Borovcnik, 2012) that already supported, for several decades, the need to reinforce Probability contents through enriching experiences.

Within Probability Theory, it is important the study of models to infer and one of the most studied is known as Normal Distribution, since many natural phenomena and day-to-day life situations can be modelled with a normal curve. Authors such as Godino et al. (2007) or Groth & Bergner (2006), said that it is important for the future teachers to have a deep knowledge about the statistical and probabilistic branch to lead the class. In this study, in relation to the Probability associated with the normal distribution, authors add the difficulty with formal writing and the systems of representation both verbal, symbolic, graphic and even manipulative that the problems require, as well as deep understanding of what Probability involves and the values it can take, when representing proportions with values that must range between 0 and 1, or equivalently between 0 and 100%. In this sense, this study is centred in the need of a deep knowledge of teachers without forgetting the pedagogical component, which is also important as Batanero et al. (2016) and Ortiz & Alsina (2019) comment.

Gamified learning itineraries: Deck.Toys tool

The use of gamification in the classroom has great potential, but it is a challenge for teachers, not only in terms of their training in digital competence, but also in ensuring that the student reaches knowledge through the tool used. The SARS-COV-19 pandemic has meant a before and after for the incorporation of this type of tools and more links on the web created by teachers of different educational levels can be found (Harper et al., 2021).

The combined use of games with technologies has a very positive impact on the achievement of learning objectives in mathematics by the student, as shown in the study of Divjak & Tomić (2011) based on a systematic review of 32 works carried out in 12 different countries of also different educational levels. There are many studies that collect experiences, especially in the stage of Secondary Education. Some recent ones that deal with the use of an Escape Room are that of Jiménez et al. (2020), based on the use of Genial.ly tool, and that of Fuentes-Cabrera et al. (2020). In the

field of Higher Education, there are some like the one of Queiruga-Dios et al. (2020) to work calculation through a Breakout and that of López-Belmonte et al. (2020) with students of Primary Education Degree.

As Ibáñez et al. (2011) comment, a learning itinerary is a sequence that integrates several resources and, therefore, it is a way of organizing said learning. Considering the elaboration theory of Reigeluth (1999) that indicates that the teacher must make use of different cognitive strategies according to the characteristics of the students to reach knowledge more efficiently (Pérez et al., 2004) and Ausubel's principles of meaningful learning (Ausubel et al., 1968), learning paths must (Sánchez and Flores, 2010):

- Properly organize the concepts and learning objects.
- Properly show the steps to be taken.
- Present a navigation system as flexible as possible.

Deck.Toys tool, on which this study is based, allows to create gamified tours in which there are challenges, questions, blackouts, word searches, flashcards, puzzles, etc. that the student must solve to reach a final goal. The tool has multiple templates that can be used, but the author can also make their own creations, embed videos or other links, etc.

“Deck.Toys is a tool that allows the teaching-learning process to be carried out by promoting student participation. It is based on gamified learning environments where the activity takes place in real time and in virtual contexts. It allows the teacher to see the progress of the students, permitting instant feedback. Puzzles, word searches, crosswords, images, etc. can be inserted to achieve the challenges” (Agreda et al., 2019, p. 1871).

Currently, there is not relevant published literature based on the use of Deck.Toys. Some examples of studies that can be highlighted are a report that gives examples of tools to do digital BreakOuts (Kroski, 2020) and a study of the application of the tool in clinical resident programs (Turner et al., 2021).

On the other hand, it is important to note that although on Deck.Toys page states (<https://deck.toys/terms-of-service>) that they use the Student Data just for providing the service and improving it. So, its use could cause damage due to this data processing, but this would only happen if the user wanted to work with the tool embedded in their learning management system. The choice of this platform has been enhanced considering that it is possible to work only through a link, and the platform does not collect student's data, it allows the creation of personalized itineraries for the student and the creation of attractive interfaces. Thus, in this experience through the link, the only data needed by the students has been from the online questionnaires, where they had to put their name which have been collected by the teacher, not by the tool.

Study Objectives

In this work the design of a Probability learning itinerary for students of the Degree Primary Education using Deck.Toys tool (<https://deck.toys/>) is presented. In addition, the results of the analysis of the data obtained in test answered by a group of students who used the tool compared with group that did not use it and the results of a user experience questionnaire are also presented. Both groups worked on an online environment.

The objectives of this work, therefore, are:

- To design a gamified learning itinerary with Deck.Toys tool to work Probability contents.
- To analyse the data obtained in both initial and final evaluation tests in a sample of Primary Education Degree students and compare the results of the group who worked with the tool with those that worked in a traditional way.
- To analyse the data from a satisfaction survey of the sample of students who used the tool.
- To reflect on the potential of Deck.Toys as a learning tool in Higher Education.

METHODOLOGY

All previous issues converge towards the aim of contrasting the results obtained by both groups. Methodological aspects considered to achieve this goal are presented and discussed in the following subsections.

Context and participants

The sample of this study consisted of 60 students of the Degree in Primary Education in a Public University located in Spain. The university mainly welcomes students from the community itself. This University, due to COVID restrictions, run the course 2020/2021 in a blended way. From the sample, 30 students formed the experimental group, who used Deck.Toys tool in an online environment, and the other 30 formed the control group who worked the contents in a traditional way also in an online environment.

Research model

The methodological design chosen is quasi-experimental, which is one of the most used in education, since the investigation of certain phenomena, mainly due to the non-randomness of the subjects generally to the groups, cannot be carried out following experimental procedures (Campbell & Stanley, 2015).

Two measurements have been made both for the control and the experimental groups: a pre-test and a post-test carried out before and after the experience. The design is quasi-experimental due to the non-randomization of subjects to the groups, since these groups were composed from the beginning of the course.

The control group received the theory in a traditional way in an online environment combining theory and practical exercises. The experimental group work with Deck.Toys in an online environment where the teacher was also present online to help them, with the software, not with the subject. Finally, just after the experience, they were asked to answer a survey to know their perceptions about the experience.

Contents and learning itineraries

The contents worked encompass the entire topic related to the calculation of probabilities associated with a normal distribution:

- Normal distribution and its density function.
- Normal distribution $N(0,1)$.
- Calculation of probabilities associated with the normal distribution .
- Operations with $k, k_1, k_2 \geq 0$
 - $P(Z < k)$.
 - $P(Z > k)$.
 - $P(Z < -k)$.
 - $P(Z > -k)$.
 - $P(k_1 < Z < k_2)$.
 - $P(Z < z) = k_1$.
 - $P(Z > z) = k_1$.
 - $P(Z < -z) = k_1$.
 - $P(Z > -z) = k_1$.
- Distribution $N(\mu, \sigma)$.
- Typifying.
- Calculation of probabilities associated with $N(\mu, \sigma)$.
- Solving problems involving real situations in which they need to use all the previous contents.

The itinerary had several videos explaining the theory involved, some examples and exercises to practice in which if the answer was right, they can continue with the next exercise, but when it was wrong a clue with explanation is shown until they give a right answer. In Figures 1-3 there is one of the tasks of the itinerary with an embedded video and a question that they need to answer correctly to continue.

Figure 1
Lesson path made with Deck.Toys

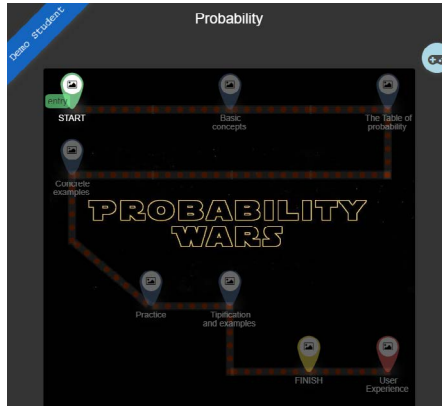


Figure 2
Video embedded in the itinerary

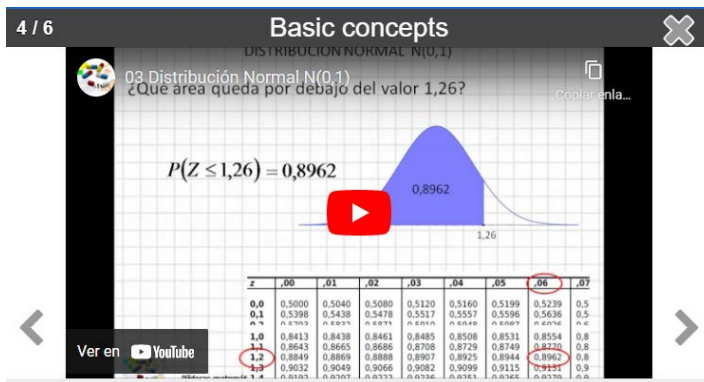
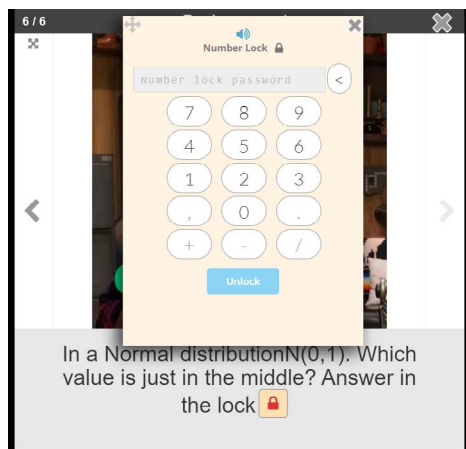


Figure 3

Question embedded in the Deck.Toys learning itinerary



The itineraries were personalized for each student, since the answers they were giving to the questions were considered to follow one route or another and whether they understood the processes used and the practical applications, and if they did not answer correctly, they were referred to a video or extra explanatory material that would help to understand the content. Moreover, each student could also go back through the itinerary whenever there was a need to refresh or remember any previous element. All the material, at the end of the experience, was provided to all the students.

Information collection tools

The information collection instruments were:

- A pre-test, which consisted of 7 simple selection questions about basic concepts related to the probability of the normal distribution and its operations.
- A post-test, which was composed of 9 open-ended questions about basic concepts related to the probability of the normal distribution and its operations.
- A satisfaction questionnaire, which can be seen in Figure 4, from which a part (Q9-Q20) has been adapted from of validated instrument collected in Sacristán et al. (2017).

Figure 4
Satisfaction questionnaire used

Likert-type questions: 6 options: Totally disagree, Disagree, Partially disagree, Partially agree, Agree, Totally agree:
▪ Q1: the experience has made the learning Probability easier
▪ Q2: the experience has increased my interest in mathematics
▪ Q3: the experience has helped me to better understand the procedures
▪ Q4: using the program has helped me to better internalize Probability contents
▪ Q5: the program used is a good tool to work on mathematics
▪ Q6: the program used is a good complement in the math classes
▪ Q7: I would like to carry out similar experiences with other contents
▪ Q8: I would like to carry out similar experiences in other subjects
Scoring questions: 1 is “did not like it at all” and 10 “liked it a lot”:
▪ Q9: my learning results have increased
▪ Q10: I have improved my learning process
▪ Q11: I have increased my motivation
▪ Q12: I liked this class more than the “traditional” one
▪ Q13: I think that learning is more active and experienced
▪ Q14: I have had more possibilities to participate in problem solving and develop my critical thinking
▪ Q15: I have more possibilities to work at my own pace
▪ Q16: It was easy for me to access the learning materials and content
▪ Q17: I have been able to self-assess my learning process
▪ Q18: I have fun while learning
▪ Q19: my creativity has increased
▪ Q20: how much did you like the experience?
Yes / No Questions:
▪ Q21: did you know the program before the class?
▪ Q22: have you done any similar experiences in class before?
▪ Q23: would you like to have another class like this?
Another type of questions:
▪ Q24: how much have you learned/remembered in class?
▪ Q25: any other comments you want to do?

Data analysis and research questions

A descriptive analysis of the scores obtained in both tests is carried out for control and experimental groups. In addition, a comparison test of means under parametric assumptions is made with the Student’s T statistic for independent samples, with critical value for significance 0.01, establishing:

- Hypothesis of the pre-tests results of the control and experimental groups:
 - HPre_0: There are no significant differences.
 - HPre_1: There are significant differences.
- Hypothesis of the post-tests results of the control and experimental groups:
 - HPost_0: There are no significant differences.
 - HPost_1: There are significant differences.

- Effect sizes: as it is a well-known fact, it is not enough to compare means, so it is necessary to know the differences in terms of magnitude and effect size “is a quantitative measure of the magnitude of the experimental effect” (McLeod, 2019, p. 1).

The satisfaction questionnaire data is analyzed descriptively and highlighting some of the considerations made by the students in the open questions.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Data resulting from both tests and the survey, and their analysis are presented in this section. The discussion is focused on the qualifications obtained in each group as well as on the perceptions shown by students in the survey.

General results

The general data of the 60 students, without considering the group in which they belong to, are in Table 1.

Table 1

Descriptive statistics associated to the tests

	Mean	Standard Deviation
Pre-test	2.92857	1.86773
Post-test	6.72222	2.98160

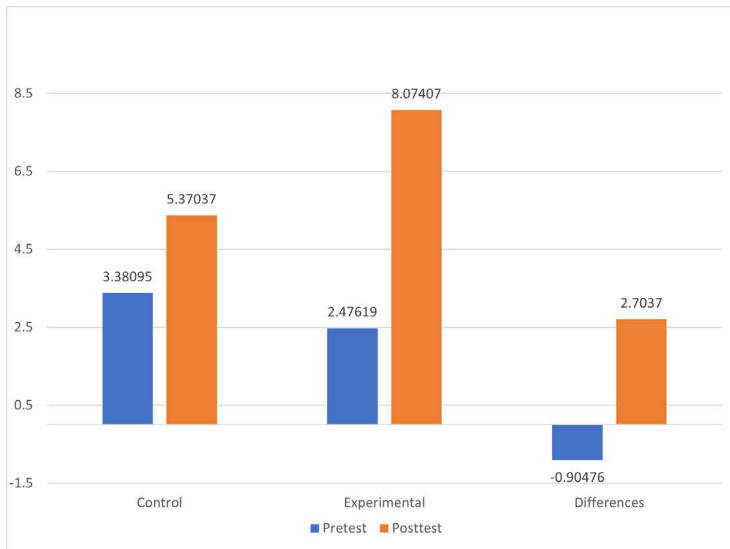
From the data shown in Table 1, there exists a clear increase in the post-test qualification compared with the pre-test, but it is desired to know if the gain is the same in both groups or not.

Descriptive statistics for each group

The mean qualifications obtained by the control and experimental groups in both tests are shown in Figure 5.

Figure 5

Qualifications and the differences obtained in both test in the control and experimental groups



From the data in Figure 5, the qualifications obtained in the pre-test in the control group are higher, 0.90476 points, while the marks obtained in the post-test are clearly higher in the experimental group, 2.7037 points, so both groups should be considered separately.

Comparison of means between both groups

To check if there have been differences in the pre-test between the two groups, Student's T test for independent groups is used and its associated values are shown in Table 2.

Table 2

Student's T test for independent groups

	Mean difference	Value of t	Sig. (bilateral)
Pre-test (Experimental-Control)	-0.91476	-1.918	0.060

From Table 2, the differences between the pre-test are no significant between both groups, and the previous knowledge about Probability is homogeneous, although the control group has better qualifications in the pre-test, but not significant. Student's T test for the comparison of the post-test, shown in Table 3, reveals that the differences in the post-test are significant, with critical value 0.01. Moreover, the effect size associated is considered big and significant (McLeod, 2019), which means that the difference is not trivial, it is statistically significant and the percentage of control group below the mean of experimental group is greater than the 80%.

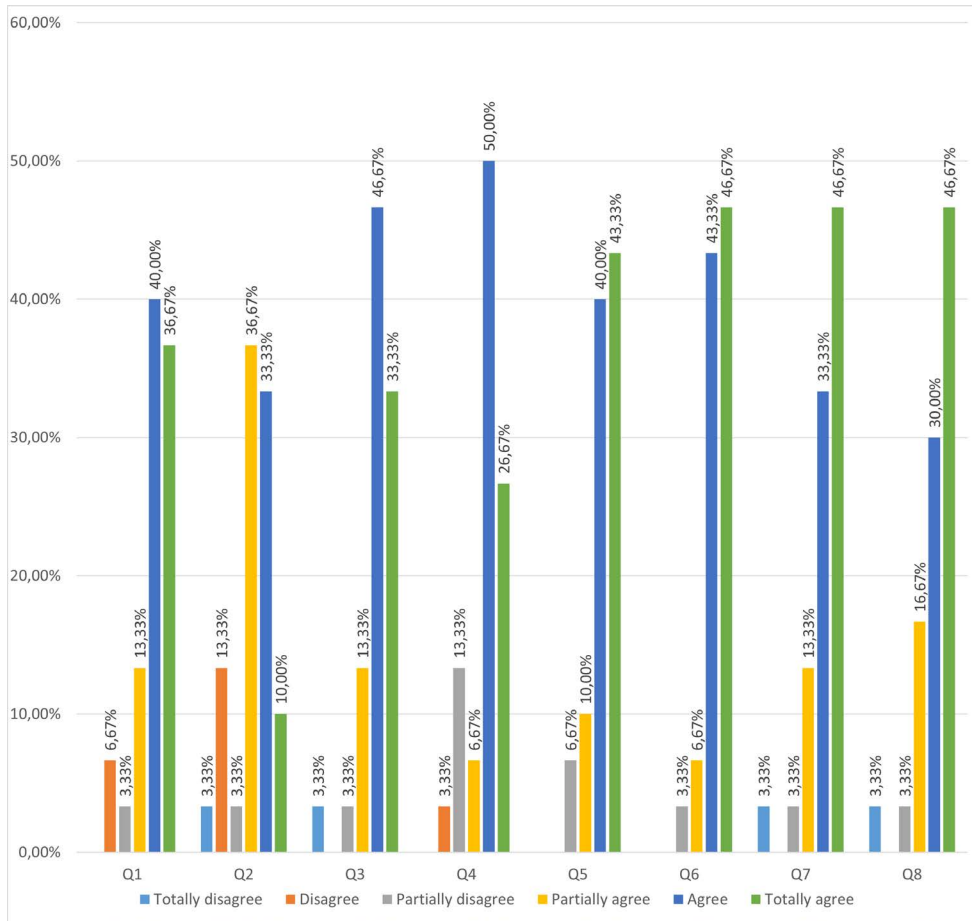
Table 3
Student's T test for independent group

	Mean difference	Value of t	Effect size (Cohen's d)	Sig. (bilateral)
Post-test (Experimental-Control)	2.7037037	-0.915	0.906796	0.000

Answers to the questionnaire related to the perception of the experience

As part of the experience, students also answered a questionnaire, with different parts, the first one related to its experience with Deck.Toys and its relationship with the learning of mathematics. The results of the first part can be seen in Figure 6.

Figure 6
Responses to questions Q1-Q8 of the questionnaire



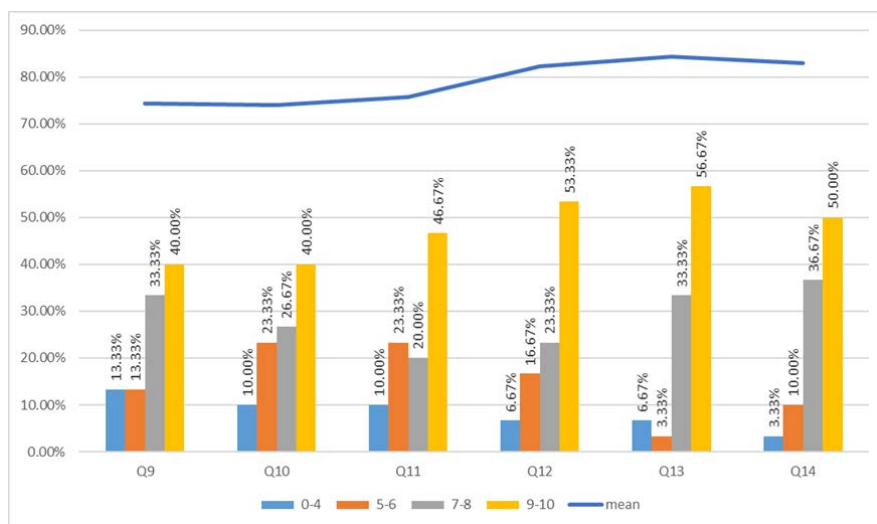
The responses to Q1 in Figure 6 revealed that 90% of the students consider that the learning of the Probability through the experience was easier than in the traditional way. Moreover, most students consider that the experience has increased their interest in mathematics, from Q2 responses, which is one of the main tasks of mathematics teachers. Therefore, with the use of the tool, it has been achieved that the perception of the students is that it is easier to learn in this way and that their interest in mathematics increases. Therefore, the experience can be considered as a good element to attract their attention and to maintain their interest in the subject, fact which is most of the time complicated.

Furthermore, from responses to Q3 and Q4, related to the understanding of the procedures and the internalization of the contents, respectively, most of the students feel that they have increased in both terms, and consequently, using Deck.Toys they understand better the probability concepts. Moreover, the students have the feeling that they have acquired the necessary knowledge in a deeper way and that they have managed to internalize all the necessary concepts and procedures related to the calculations involved, which was one of the objectives of this work.

Finally, related to the quality of the tool in class, from Q5 and Q6 responses, it can be concluded that almost all students think that the tool is interesting for classroom and from Q7 and Q8 responses that they would like to repeat similar experiences both in mathematics and other subjects. Thus, students demand more experiences using the learning paths using DeckToys, since they consider it an appropriate tool for learning mathematics and a good help in their learning. In addition, they make it clear that they consider it a good tool both for other contents and subjects.

The responses to the second part of the questionnaire, also show that the main perceptions of the students about the experience are positive.

Figure 7
Responses to questions Q9-Q14 of the questionnaire



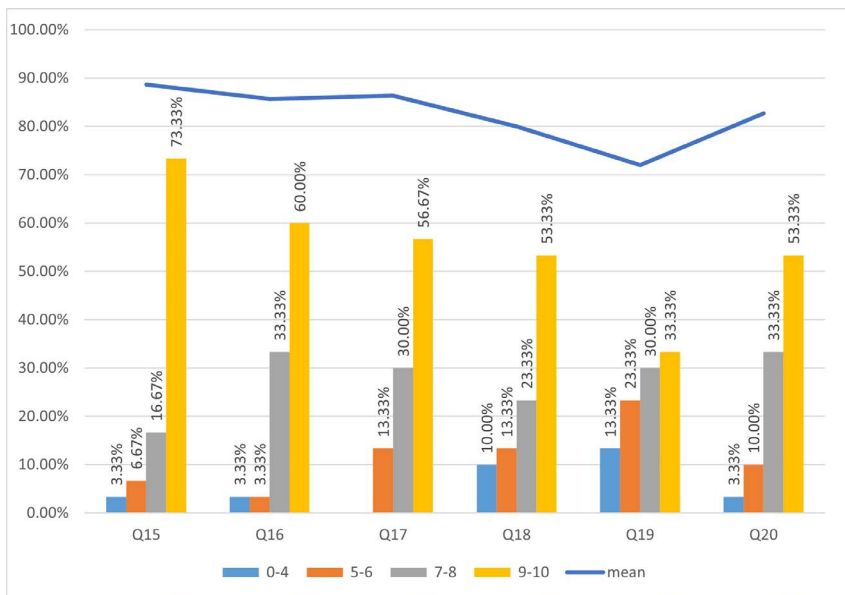
From responses to questions Q9, Q10 and Q11, related to learning results, process and motivation, respectively, shown in Figure 7, students think that their learning results have increased, their learning process has been improved and their motivation has increased. Moreover, the mean value of the responses obtained,

shown in dark blue line, is greater than 70%, which encourages teachers to continue using this tool, since the result obtained show that it has been enriching, for the students as they have increased their self-learning perception, a fact that has been corroborated by the grades in the post-test.

Then, from responses to Q12, related to their perception of the experience compared to the traditional class, students show that they really liked this experience, and they prefer it to the traditional class, which is not attractive to them and, therefore, the experience using Deck.Toys have managed to keep their attention, a fundamental aspect in the teaching-learning process.

Moreover, from responses to Q13 and Q14, associated to the type of learning and about the critical thinking, students showed that the learning is more active and experienced and that they have more possibilities to develop critical thinking and problem-solving skills, two of the skills in which studies, including those related to the PISA test (González-Merino, 2020), is suggested that teachers should place special emphasis, since they are desirable qualities for both adults and children.

Figure 8
Responses to questions Q15-Q20 of the questionnaire



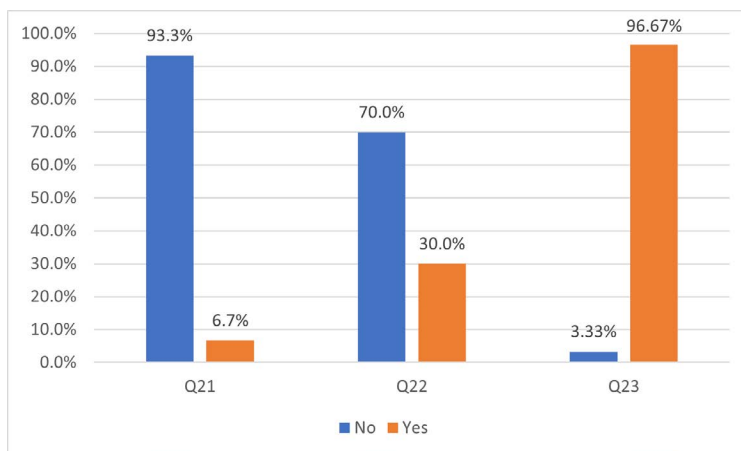
From the responses shown in Figure 8, to Q15, Q16 and Q17, related to the self-work, the ease of access to the material and the ability to self-assess their learning, it is clear, that students consider both the experience, and the tool are useful in

these areas, indicating that perception as positive, as well as the desire to implement more proposals like the one presented in this study. Furthermore, considering the responses to Q18, their principal thought is that learning mathematics with Deck Toys was more enjoyable and fun than in the traditional way, while they think the experience increased their creativity (Q19).

Finally, from responses to Q20, related to their perception of the experience, more than 85% of the students gave at least a 7, and more than the half of the class give at least a 9. So, they liked the experience, since they had fun while learning and felt that they had understood and internalized the content in a deeper way.

Figure 9

Responses to questions Q21-Q23 of the questionnaire

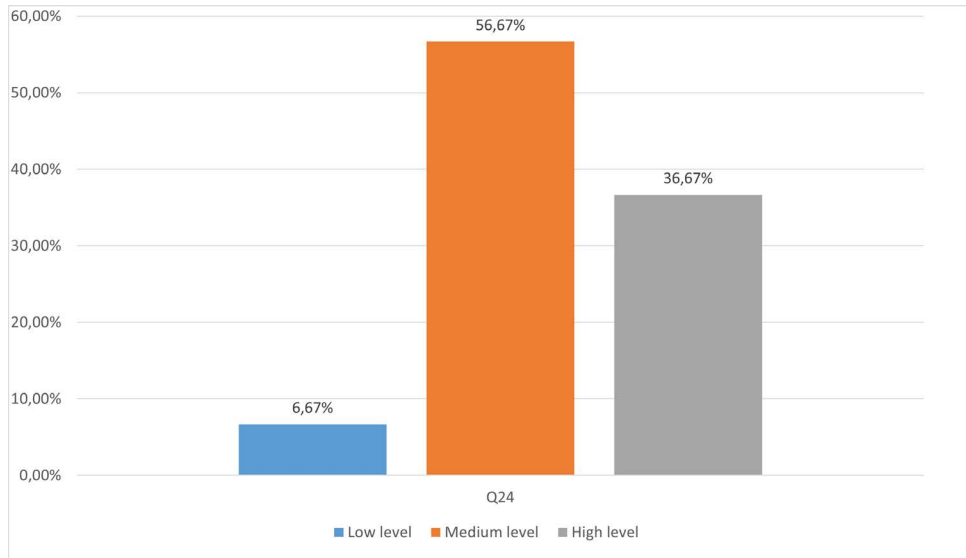


From responses of Q21, Q22 and Q23, related to knowledge of the tool, the previous user experience and if they want to have similar classes, shown in Figure 9, only 2 students knew the tool before the class, the 70% of students haven't received any class like this and a 96,67% of students want to have more classes like this.

Finally, the answers given to question Q24, shown in Figure 10, regarding how much they think they have learned, highlights that 93.3% of the students consider that quite a lot or a lot, which is why they have found it to be a useful tool for working Probability contents.

Figure 10

Answers to question Q24 of the questionnaire



Regarding the answers given by the students to question Q25, two of them are attached show the increase in motivation, also shown in question Q11, in which more than 90% of the class affirmed that their motivation had increased and the application in their future teaching work.

I thought it was a very good idea and I think it is something that should be done more often, since it allows each student to go at their own pace and not be left behind if they don't understand something since they can refresh the theory and then do exercises, and I will use this tool as a future teacher.

I did not remember anything about probability and with this experience and with the videos I have learned a lot and I have already remembered everything and my motivation with the subject has increased. I found it a very good tool both for teachers and students.

LIMITATIONS

Regarding the limitations of this study, one of them is that it involves just the work of Probability contents with a sample of 60 students in control and experimental groups, therefore, conclusions can only be drawn from these groups and consider this study as a pilot study. Thus, in this sense, the possible work will be related with the application of similar strategies both to larger groups and to the complete agenda

of a year to contrast the good results that have been glimpsed in this first work. In addition, both the methodological design and the design of the experience itself can be applied to future scenarios as well as in blended scenarios, and to extend the study to other groups.

The findings of this study indicate that most of the participants would like to carry out similar experiences to this one in class, therefore, as possible future work, a proposal is that students generate the own learning itineraries they consider appropriate to deal with other topics, which could help them get even more involved in the process.

CONCLUSIONS

One of the objectives of this study has been the design and implementation of a learning itinerary to work Probability contents with students of the Degree in Primary Education. The objectives have been achieved and Deck.Toys tool has been used to guarantee a gamified learning itinerary that, in addition, has been personalized for each student and has allowed to work the contents independently and at their own pace, confirming the premises of Godino et al. (2007) on the adequacy of tools in online environments in mathematics classes in terms of interest and motivation, adequacy of content, among others. It is evident that Deck.Toys has provided a clear way of organizing the content for students (Ibáñez et al., 2011) and that it has been achieved effectively, making clear the aspects highlighted by De Benito et al. (2010).

On the other hand, the objectives related to the statistical study have shown that the students who worked, all online, with the learning paths through Deck.Toys have achieved higher marks than those obtained by the group, who received the classes in a traditional way. In addition, it has been seen that there are statistically significant differences, and it has been verified that the differences have a large effect size, which implies that more than 80% students of the control group obtained a qualification lower than the mean of the experimental group. On the other hand, the generalized mean gain is almost the triple in the experimental group than in the control group, which further supports the idea that the group that worked with Deck.Toys has had an acquisition of content and concepts much higher than the control group, a fact also supported by the results obtained in the comparison test of means of related groups.

From the survey evaluations, results show that students of the experimental group assure that they would like to have more classes like this, and they indicate that their performance, motivation, interest in mathematics and understanding have increased with the use of Deck.Toys. It can be concluded that Deck.Toys tool has made possible to work on the contents in a very satisfactory way and that it is a tool of interest to work in the classroom, both in face-to-face and in online environments and, although the development of these itineraries implies more work for the teacher,

it is worthy, since the students value it in a very positive way and agree that it is a work that they take advantage of.

Finally, it should be noted that from the good results obtained by the experimental group and the feelings of the students themselves, as students and future teachers, they consider the tool a powerful ally in the classroom. If the possibility of creating different personalized itineraries for the student is also taken into account, Deck Toys is a very good tool that allows to consider different levels that the student have and allows to work on the inclusion of all students, regardless of their level or their physical conditions, since it allows the use of video, images or sound, so this tool can be very helpful both in practice and in educational research.

Financing

This investigation is part of the project “Evaluación del conocimiento matemático adquirido a través de cursos online en futuros maestros y maestras” financed by the 2021-2022 Teaching Innovation projects in La Rioja University.

REFERENCES

- Agreda, M., Ortiz-Colón, A., Aznar, I., & Rodríguez, F. J. (2019). Herramientas digitales para el diseño de “escape rooms” virtuales en educación superior. In M. Greenberger, (Ed.), *EDUcación con TECnología. Un compromiso social: aproximaciones desde la investigación y la innovación* (pp. 94-101). Edicions de la Universitat de Lleida; Asociación EDUTEc.
- Agudelo, O. L., & Ibáñez, J. (2015). Flexible learning itineraries based on conceptual maps. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 4(2), 70-76. <https://doi.org/10.7821/naer.2015.7.130>
- Alsina, Á. (2017). Contextos y propuestas para la enseñanza de la estadística y la probabilidad en Educación Infantil: un itinerario didáctico. *Revista Épsilon*, 34(95), 25-48.
- Alsina, Á., & Salgado, M. (2019). Ampliando los conocimientos matemáticos en Educación Infantil: la incorporación de la probabilidad. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 18(36), 225-240. <https://doi.org/10.21703/rexe.20191836alsina6>
- Arkorful, V., & Abaidoo, N. (2015). The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in higher education. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(1), 29-42.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Batanero, C., Godino, J. D., & Roa, R. (2004). Training teachers to teach probability. *Journal of statistics Education*, 12(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/10691898.2004.11910715>
- Batanero, C., Chernoff, E. J., Engel, J., Lee, H. S., & Sánchez, E. (2016). *Research on teaching and learning probability*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31625-3>
- Benavides-Varela, S., Zandonella, C., Fagiolini, B., Leo, I., Altoè, G., & Lucangeli, D. (2020). Effectiveness of

- digital-based interventions for children with mathematical learning difficulties: A meta-analysis. *Computers & Education*, 157, 103853. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103953>
- Biswas, P., & Debnath, A. K. (2020). Worldwide Scenario of Unplanned Transition to E-learning in the Time of COVID-19 and Students' Perception: A Review. *Mukt Shabd Journal*, 9(6), 2038-2043.
- Bozkurt, A. (2019). From distance education to open and distance learning: A holistic evaluation of history, definitions, and theories. In S. Sisman-Ugur and G. Kurubacak, (Eds.), *Handbook of Research on Learning in the Age of Transhumanism* (pp. 252-273). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8431-5.ch016>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2015). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Ravenio Books.
- Campos, R. A., & Hernández, M. J. (2020). Design of Blended Learning Personalized Itineraries for Higher Education. In A. V. Martín-García, (Ed.), *Blended Learning: Convergence between Technology and Pedagogy* (p. 183-209). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45781-5_9
- Cañizares, M. J., Batanero, C., Serrano, L., & Ortiz, J. J. (1999). Comprensión de la idea de juego equitativo en los niños. *Números*, 37(1), 37-55.
- Casillas, S., Cabezas, M., Ibarra, M., & Rodríguez, G. (2020). El Profesorado Universitario en la Sociedad del Conocimiento: manejo y actitud hacia las TIC. *Bordón. Revista De Pedagogía*, 72(3), 45-63. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2020.76746>
- Cobb, G. W., & Moore, D. S. (1997). Mathematics, statistics, and teaching. *The American mathematical monthly*, 104(9), 801-823. <https://doi.org/10.1080/00029890.1997.11990723>
- Cuida, A., Espina, E., Alsina, À., & Novo, M. L. (2021). La educación estadística y probabilística en proyectos editoriales de Educación Infantil. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35, 389-412. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n69a18>
- De Benito, B., Cañas, A., Darder, A., & Salinas, J. (2010). Construcción y validación de un itinerario de aprendizaje sobre diseño y producción de materiales didácticos multimedia. In *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the 4th Concept Mapping Conference CMC* (pp. 62-66). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Dettori, G., Ott, M., & Tavella, M. (2002). Integrating the use of educational software in primary school teaching by shaping learning itineraries. *Proceedings of ICTE2002*, (pp. 1530-1536). Badajoz, España.
- Divjak, B., & Tomic, D. (2011). The impact of game-based learning on the achievement of learning goals and motivation for learning mathematics-literature review. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 35(1), 15-30.
- Fuentes-Cabrera, A., Parra-González, M. E., López-Belmonte, J., & Segura-Robles, A. (2020). Learning mathematics with emerging methodologies—The escape room as a case study. *Mathematics*, 8(9), 1586. <https://doi.org/10.3390/math8091586>
- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2007). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39, 127-135. <https://doi.org/10.1007/s11858-006-0004-1>
- González-Merino, A. (2020). *Panorama de la Educación 2019. Indicadores de la OCDE. Informe español. Versión preliminar*. Ministerio de Educación.
- Groth, R. E., & Bergner, J. A. (2006). Preservice elementary teachers' conceptual and procedural knowledge

- of mean, median, and mode. *Mathematical Thinking and Learning*, 8(1), 37-63. https://doi.org/10.1207/s15327833mtlo801_3
- Harper, F. K., Rosenberg, J. M., Comperry, S., Howell, K., & Womble, S. (2021). #Mathathome during the COVID-19 Pandemic: Exploring and Reimagining Resources and Social Supports for Parents. *Education Sciences*, 11(2), 60. <https://doi.org/10.3390/educsci11020060>
- Heedy, C., & Uribe, M. (2008). La educación a distancia: sus características y necesidad en la educación actual. *Educación*, 17(33), 7-27.
- Ibáñez, J., de Benito, B. L., & Darder, A. (2011). Los mapas conceptuales como organizadores del proceso de enseñanza-aprendizaje: los itinerarios de aprendizaje. *Investigació I Innovació Educativa I Socioeducativa*, 3(1), 63-74.
- Jiménez, C., Arís, N., Magreñán Ruiz, Á. A., & Orcos, L. (2020). Digital escape room, using Genial. Ly and a breakout to learn algebra at secondary education level in Spain. *Education Sciences*, 10(10), 271. <https://doi.org/10.3390/educsci10100271>
- Jordán, C., Magreñán, Á. A., & Orcos, L. (2019). Considerations about flip education in the teaching of advanced mathematics. *Education Sciences*, 9(3), 227. <https://doi.org/10.3390/educsci9030227>
- Kapadia, R., & Borovcnik, M. (2012). *Chance encounters: Probability in education*. Springer Science & Business Media.
- Krishnapatria, K. (2020). From 'Lockdown' to letdown: Students' perception of e-learning amid the COVID-19 outbreak. *ELT in Focus*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.35706/eltinf.v3i1.3694>
- Kroski, E. (2020). How to Create a Digital Breakout: Creating the Site. *Library Technology Reports*, 56(3), 23-26.
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The journal of economic education*, 31(1), 30-43. <https://doi.org/10.1080/00220480009596759>
- López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., Fuentes-Cabrera, A., & Parra-González, M. E. (2020). Evaluating activation and absence of negative effect: Gamification and escape rooms for learning. *International journal of environmental research and public health*, 17(7), 2224. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072224>
- Love, B., Hodge, A., Grandgenett, N., & Swift, A. W. (2014). Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(3), 317-324. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.822582>
- McGivney-Burelle, J., & Xue, F. (2013). Flipping calculus. *Primus*, 23(5), 477-486. <https://doi.org/10.1080/10511970.2012.757571>
- McLeod, S. A. (2019). What a p-value tells you about statistical significance. *Simply psychology*, 1-4. https://online210.psych.wisc.edu/wp-content/uploads/PSY-210_Unit_Materials/PSY-210_Unit09_Materials/McLeod_EffectSize_2019.pdf
- Mor, E., Santanach, F., Tesconi, S., & Casado, C. (2018). CodeLab: Designing a Conversation-Based Educational Tool for Learning to Code. In C. Stephanidis, (Ed.), *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 94-101). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92285-0_14
- Nabizadeh, A. H., Gonçalves, D., Gama, S., Jorge, J., & Rafsanjani, H. N. (2020). Adaptive learning path recommender approach using auxiliary learning objects. *Computers and Education*, 147, 103777. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103777>
- Ortiz, C. V., & Alsina, Á. (2019). Conocimiento especializado del profesorado de educación básica para la enseñanza de

- la probabilidad. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 23(1), 393-419. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i1.9160>
- Pérez, Á. L., Suero, M. I. Montanero, M., & Pardo, P. J. (2004). Aplicaciones para la teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein a la enseñanza de la física una propuesta basada en la utilización del programa informático CmapTools. In A. J. Cañas, J. D. Novak and F. M. González García, (Eds.), *Concept maps: theory, methodology, technology: proceedings of the first International Conference on Concept Mapping* (pp. 519-526). Universidad Pública de Navarra
- Prendes Espinosa, M. P., & Cerdán Cartagena, F. (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. *RIED-Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, 24(1), 35-53. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28415>
- Queiruga-Dios, A., Santos, M. J., Queiruga Dios, M., Gayoso, V., & Hernández, A. (2020). A virus infected your laptop. let's play an escape game. *Mathematics*, 8(2), 166. <https://doi.org/10.3390/math8020166>
- Radha, R., Mahalakshmi, K., Kumar, V., & Saravanakumar, A. R. (2020). E-Learning during lockdown of Covid-19 pandemic: A global perspective. *International journal of control and automation*, 13(4), 1088-1099.
- Ramaiah, P., Tayyib, N. A., Alsolami, F. J., Lindsay, G. M., Asfour, H. I., Alshmemri, M. S., & Alsulami, S. A. (2021). Generated Themes of E-learning: Exploration of Students' Challenges During Covid-19. *Indian Journal of Science and Technology*, 14(14), 1133-1138. <https://doi.org/10.17485/IJST/v14i14.425>
- Reigeluth, C. M. (1999). The elaboration theory: Guidance for scope and sequence decisions. *Instructional-design theories and models*, 2, 425-453.
- Rivera Vargas, P., & Lindín, C. (2019). Blockchain in the university: a digital technology to design, implement and manage global learning itineraries. *Digital Education Review*, 35, 130-150. <https://doi.org/10.1344/der.2019.35.130-150>
- Rodríguez Muñiz, L. J., Muñiz-Rodríguez, L., Vásquez Ortiz, C. A., & Alsina, Á. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización estadística y de datos en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Secundaria. *Números: revista de didáctica de las matemáticas*, 104, 217-238.
- Sacristán, M., Martín, R., Navarro, E., & Tourón, J. (2017). Flipped Classroom y Didáctica de las Matemáticas en la Formación online de Maestros de Educación Infantil. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 20, 1-14. <https://doi.org/10.6018/reifop.20.3.292551>
- Sánchez, J., & Flores, H. (2010). Concept Mapping for Virtual Rehabilitation and Training of the Blind. *IEEE Trans. on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 18(2), 210-219. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2009.2032186>
- Sánchez-Ruiz, A. A., Jiménez-Díaz, G., Gómez-Martín, P. P., & Gómez-Martín, M. A. (2017). Case-Based Recommendation for Online Judges Using Learning Itineraries. In D. W. Aha, J. Lieber, (Eds.), *International Conference on Case-Based Reasoning* (pp. 315-329). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61030-6_22
- Sosa, M., & Valverde, J. (2020). Perfiles docentes en el contexto de la transformación digital de la escuela. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 72(1), 151-173. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2020.72965>
- Stosic, L. (2015). The importance of educational technology in teaching. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and*

- Education*, 3(1), 111-114. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2015-3-1-111-114>
- Talbert, R. (2012). Inverted classroom. *Colleagues*, 9(1). <https://scholarworks.gvsu.edu/colleagues/vol9/iss1/7>
- Tuma, F. (2021). The use of educational technology for interactive teaching in lectures. *Annals of Medicine and Surgery*, 62, 231-235. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.01.051>
- Turner, A., Tichter, A., & Pillow, T. (2021). Let's Escape Didactics: Virtual Escape Room as a Didactic Modality in Residency. *Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine*, 6(2). <https://doi.org/10.5070/M562052905>
- Young-Jin, L. (2011). Empowering teachers to create educational software: A constructivist approach utilizing Etoys, pair programming and cognitive apprenticeship. *Computers and Education*, 56(2), 527-538. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.018>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021


Fecha de aceptación del artículo: 15/02/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 11/03/2022

The Role of Metacognitive Strategies in Blended Learning: Study Habits and Reading Comprehension

El rol de las estrategias metacognitivas en la enseñanza semipresencial: hábitos de estudio y comprensión lectora



 Beatriz Ortega-Ruipérez - *Universidad Internacional de La Rioja (España)*

ABSTRACT

Metacognitive strategies are essential, as they allow the learning process to be self-managed. This is especially important in higher education and blended learning because it requires greater independence. This study aims to determine the importance of metacognitive strategies as regards both study habits and reading comprehension in blended learning. For this purpose, metacognitive strategies are used through a digital tool in a blended learning context. SRSI-SR test was used to assess study habits and ARATEX-R was used to assess text reading before and after a master's degree course. The study sample included 112 students from various disciplines; half of them used the tool as part of the research group, and the other half did not use it as part of the control group. The results show that the use of the metacognitive strategies has particularly facilitated the organization of the task regarding study habits. In reading comprehension, metacognitive strategies especially promoted motivation management, comprehension assessment, and planning. It is concluded that the use of metacognitive strategies has proven to be significantly effective, so these findings suggest the inclusion of metacognitive strategies in blended learning in order to improve study habits and reading comprehension in students and, thus, improve their learning outcomes. The conclusions obtained allow us to broaden our scientific knowledge about how these strategies influence learning.

Keywords: text comprehension; study method; learning strategy; self-regulated learning; metacognitive strategies; blended learning.

RESUMEN

Las estrategias metacognitivas son fundamentales, ya que permiten gestionar el proceso de aprendizaje propio. Esto es especialmente importante en la educación superior y en la enseñanza semipresencial porque requiere una mayor independencia. Este estudio pretende determinar la importancia de las estrategias metacognitivas tanto en los hábitos de estudio como en la comprensión lectora en la enseñanza semipresencial. Para ello, se utilizan estrategias metacognitivas a través de una herramienta digital en un contexto de aprendizaje semipresencial. Se utilizó el test SRSI-SR para evaluar los hábitos de estudio y el ARATEX-R para evaluar la lectura de textos antes y después de un curso de maestría. La muestra del estudio incluyó a 112 estudiantes de diversas disciplinas; la mitad de ellos utilizó la herramienta como parte del grupo de investigación, y la otra mitad no la utilizó como parte del grupo de control. Los resultados muestran que el uso de las estrategias metacognitivas ha facilitado especialmente la organización de la tarea en cuanto a los hábitos de estudio. En la comprensión lectora, las estrategias metacognitivas favorecieron especialmente la gestión de la motivación, la evaluación de la comprensión y la planificación. Se concluye que el uso de estrategias metacognitivas tiene un peso significativo, por lo que estos hallazgos sugieren la inclusión de estrategias metacognitivas en la enseñanza semipresencial para mejorar los hábitos de estudio y la comprensión lectora en los estudiantes y, así, mejoran sus resultados de aprendizaje. Las conclusiones obtenidas permiten profundizar el conocimiento científico sobre cómo influyen estas estrategias en el aprendizaje.

Palabras clave: comprensión del texto; método de estudio; estrategia de aprendizaje; aprendizaje autorregulado; estrategias metacognitivas; enseñanza semipresencial.

INTRODUCTION

Self-regulated learning (SRL) enables students to manage their own learning process, this means that, according to Zimmerman (2002), students who can apply SRL strategies can learn autonomously. For this reason, SRL is essential for learning to learn competence in higher education, because it increases independence in learning (Lluch & Portillo, 2018).

The strategies that integrate SRL can be cognitive, metacognitive, and socio-emotional, and different theoretical models underline the importance of each of the strategies (Zimmerman, 2002; Winne, 1996; Pintrich, 2004, respectively). Of all the types of strategies, it is particularly useful to work with metacognitive strategies to improve learning outcomes, as these strategies promote the use of cognitive ones (Akamatsu et al., 2019).

Muijs and Bokhove (2020) reviewed the most important current studies on metacognitive strategies and found that all of them are primarily related to the planning (including goal setting and time management), monitoring, and self-assessment of learning.

Regarding planning strategies, more specifically time management, Fokkens-Bruinsma et al. (2020) have found that they have a strong impact on performance. Meanwhile, the study by Colthorpe et al. (2018) finds that students who adopt new planning and time management strategies are found to improve their future performance.

In the case of monitoring or supervision of learning, it allows to improve the understanding of the process that one carries out oneself to learn, which also, according to Schumacher and Ifenthaler (2018) leads to improve planning. As strategies to perform learning monitoring, the effectiveness of using self-reporting (Pardo et al., 2016) and formative assessment (Hawe & Dixon, 2017) has been proven. On this point, studies on formative assessment show the usefulness of providing feedback (Adams et al., 2019), the use of assessment criteria (Fraile et al., 2020), and the use of forms (Bahri et al., 2021).

Combining various types of assessment is key. Chen and Bonner (2020) proposed a four-step model for improving monitoring strategies related to the SRL through assessment: (1) pre-assessment and forethought, (2) informal performances and interactive assessment, (3) formal assessment and performance, and (4) summary of evidence and formal reflection.

To develop monitoring strategies, it is recommended to include examples during teaching, as these examples can improve different aspects. One of them is perceived self-efficacy, according to Dixon et al. (2020), which is fundamental to practice good study habits. Another aspect that is improved is evaluative judgment, according to the study by Tai et al. (2018), crucial for reading comprehension.

Finally, with respect to metacognitive strategies related to self-assessment, the ability to judge work has shown a strong influence on SRL (Panadero et al., 2018;

Yan, 2020). In a study by Nieminen and Touhilampi (2020) they find that there is a strong relationship between self-assessment in higher education and student agency, which represents students' belief in their ability to act on their learning. On the other hand, Panadero et al. (2017) review relevant current research and confirm the relationship obtained between self-evaluation and self-efficacy.

We should develop self-assessment strategies using specific criteria, as pointed out by Carroll (2020), and focus on error detection, according to the study conducted by Zamora et al. (2018). In fact, in a study by Vasu et al. (2020), self-assessment has been shown to be more effective than expert teacher feedback. So, together with the evidence that self-assessment improves self-efficacy, it is essential to work on these strategies to enhance learning.

In blended learning (b-learning) contexts, SRL is particularly important, as it increases initiative and self-direction in the learning process (Onah et al., 2020). B-learning combines conventional and online learning in a mixed learning model (Bahri et al., 2021). In these cases, the use of metacognitive strategies is done through digital tools.

The lack of SRL strategies is precisely the reason many students are unwilling to participate in blended courses, because the online modality requires initiative and self-management of learning (Schwam et al., 2020). In non-face-to-face settings, SRL is associated with academic achievements (Broadbent, 2017; Kickert et al., 2019) as well as non-academic outcomes (Anthonysamy et al., 2020).

In b-learning it is convenient for the teacher to highlight the importance of SRL from the beginning of the course, according to Vanslambrouck et al. (2019). In this way, we can increase students' motivation, causing favorable attitudes towards the course, according to the results of Zhu et al. (2020). Thus, increasing initial motivation improves academic outcomes, according to the study by Broadbent and Fuller-Tyszkiewicz (2018).

According to Sáiz et al. (2017), the use of metacognitive strategies in b-learning is a strong predictor of the patterns used by students, such as the order in which they perform tasks or the strategies employed, as well as of the learning obtained.

In b-learning contexts, it is common to use a Learning Management System (LMS), like Moodle platform. An example of a design approach in LMS is the Open Learner Model (OLM; Bull & Kay, 2010), which involves presenting questions regarding four aspects related to the metacognitive strategies of SRL: what I know, how well I know a particular topic, what I want to know, and how I can learn it (Kay et al., 1997).

This model positively impacts students' thinking about their learning process in blended models in higher education (Hooshyar et al., 2019). The tools facilitated by this model help develop SRL, including goal setting and strategy implementation, as well as strategy and performance monitoring (Chou & Zou, 2020); thus, the results of using this approach will be of great interest for tool design.

Academic online environments, designed in LMS to promote SRL, often fit very well with other complementary approaches, such as the flipped-classroom approach (Blau & Shamir-Inbal, 2017; Ng, 2018; Wang, 2019). It is especially useful to add hands-on activities to achieve effective learning and increase satisfaction (Sáiz et al., 2019), such as problem-solving activities (Alzaid & Hsiao, 2019). Positive relationships have also been obtained with the use of open educational resources (Wong et al., 2019).

Given the importance of metacognitive strategies for managing learning in higher education, and especially in b-learning, according to the research reviewed, it is essential to know to what extent these strategies influence two fundamental issues for learning: study habits and reading comprehension.

METHODOLOGY

Participants

The study population included students in the process of obtaining a master's degree, which is required for teaching in secondary education in Spain. The 2020/21 course was conducted via a blended learning mode due to the COVID-19 situation. There were 112 students from various disciplines (30 from social sciences, 26 from physics and chemistry, 31 from mathematics, and 25 from computer science and technology).

The courses of the four disciplines have been directed by the same person, who has assigned the students to the two study groups (research group and control group) maintaining the same number of participants in each group (56).

All students in the same discipline had to perform the same tasks; thus, a quasi-experimental study was chosen. Students from two disciplines (social sciences, and physics and chemistry) used an OLM application to facilitate metacognitive strategies related to planning, monitoring, and self-evaluation for SRL (Ortega-Ruipérez & Castellanos, 2021). Students from the other disciplines (mathematics, and computer science and technology) constituted the control group.

Research Design

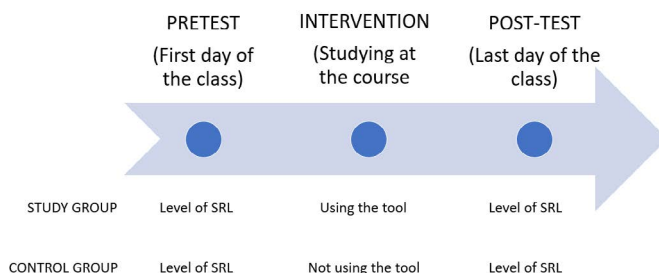
This study adopted a quasi-experimental approach because the study groups were already created (Creswell & Creswell, 2017); that is, participants had already been distributed, according to their chosen discipline.

The study aims to test whether the use of metacognitive strategies plays an important role in study habits and text comprehension. Therefore, the research group uses a tool designed under OLM principles that facilitate the use of metacognitive strategies, while the control group does not use the tool. Thus, the independent

variable (IV) of the study is the use of metacognitive strategies, while study habits and reading comprehension are the dependent variables (DV).

For this purpose, a pre-post study was carried out to evaluate the level of SRL. Additionally, to confirm these differences, half the study sample was used as the study group, and the other half was used as the control group. The latter did not use the SRL tool (Figure 1).

Figure 1
Research Design



The study was carried out over the course of one semester (15 weeks) and included four face-to-face sessions: the first, the fifth, the tenth, and the fifteenth weeks. The remainder of the sessions were online.

Instruments and materials

For the intervention, a tool has been created to facilitate the use of metacognitive strategies with the students. This tool consists of an application that helps students to plan the study of the learning objectives of the subjects, and subsequently to track the progress of the planned objectives each week. In addition, it has a final section to perform a self-assessment of the achievement of the objectives prior to the exams and thus be able to guide the pre-exam study. The tool has been designed following OLM principles, so that students are made to reflect through 4 types of questions: what I know, how well I know a particular topic, what I want to know, and how I can learn it.

For the SRL assessment, two standardized tests were used, that is, tests that have been validated through different psychometric studies.

First, Hernández and Camargo's (2017) adaptation of Cleary's (2006) Self-Regulation Strategies Inventory (SRSI-SR) for university students was used to measure study habits. All the items are described in Figure 2, including how the item is identified (ID) and the dimension to which it corresponds (D).

Figure 2

Adapted SRSI-SR test items based on Hernández and Camargo (2017)

ID	D	Item
SR1	I	When I do not understand a topic, I ask the teacher.
SR2	I	I avoid asking questions in class when I do not understand a topic.
SR3	I	I give up easily when I do not understand something.
SR4	I	When I am studying, I ignore subjects that are difficult to understand.
SR5	I	I am easily distracted when I am studying.
SR6	II	I try to study in a quiet place.
SR7	II	I try to study in a place without distractions (noise, people talking).
SR8	II	I make sure that no one distracts me when I am studying.
SR9	II	I allow people to interrupt me when I am studying.
SR10	II	I finish all my academic activities before starting other activities.
SR11	III	I do additional literature searches to help me understand class topics.
SR12	III	I look for complementary material to the topics covered in class.
SR13	III	I do research when I do not understand something about the assignments I am given.
SR14	IV	I plan the order in which I will carry out my academic activities.
SR15	IV	I coordinate my time according to the academic activities assigned to me.
SR16	IV	I make a timetable to organize my study time.
SR17	IV	I use some method to keep my class material in order.
SR18	IV	Before I start studying, I think about the best way to do it.

This scale measures the degree of agreement, with 18 items rated on a 5-point Likert scale, ranging from 1 (*never*) to 5 (*always*). This inventory has four dimensions (D): inadequate regulation habits (I), organization of the environment (II), search for information (III), and organization of the task (IV).

Additionally, the ARATEX-R test was used to assess self-regulation based on reading texts (Núñez et al., 2015) (see Figure 3).

Figure 3

Adapted ARATEX-R test items based on Núñez et al., (2015)

ID	D	Item
T1	2	Before I start working on a text, if I think the task is going to be boring, I encourage myself by telling myself that I will be able to do something I enjoy when I am done.
T2	5	Before I start studying, I make sure I have all the material I might need (dictionary, pencil, and paper, etc.) at hand.
T3	2	While I am studying, I encourage myself by reminding myself that understanding and learning the text depends on me trying hard enough.
T4	3	When I finish the text, I check whether I have understood everything correctly.
T5	3	If I have not managed to understand and learn the text well, I try to look for the causes to avoid the same thing happening to me next time.
T6	4	After working on a text, I use the experience of how I organized my time and the changes I had to make in my planning to decide in the future how to allocate time for a similar task (whether I was able to estimate how long it would take, whether it took longer than I had thought, etc.).
T7	4	Before I start studying, I stop to decide what activities and strategies I am going to use, planning how I am going to read and study.
T8	2	Before I start studying a text, if it seems useless or uninteresting, I try to motivate myself by reminding myself how important it is to learn it in order to pass the exam and the subject, and thus finish the course and the degree.
T9	4	Before I start studying, I plan how much time I may need to spend on understanding and learning the text, and how much time I am going to allocate to working on the different activities I must do.
T10	3	As I read, I notice if I have any problems understanding the text and I ask myself what I can do to solve them.
T11	2	While studying, when faced with difficulties that discourage me, I try to do something to make myself feel better, such as reminding myself how good I will feel when I manage to learn the text.
T12	4	While I am studying, I consider whether my time planning was correct, or whether I need to modify it (because I will need more time, because I will have more time to spare, etc.).
T13	3	When I finish the text, if I have not understood it well, I stop to think about what I did and what I could improve in order to understand it better next time.
T14	4	After attempting to study a text, I reflect on the effort I had to put into it and use this experience to plan my activities in future similar tasks.
T15	2	Before I start studying, if I find it difficult, I encourage myself by reminding myself that when I try I usually do well in understanding and learning written texts.
T16	5	Before I start studying, if there is too much noise or other aspects that prevent me from concentrating, I do something to provide a quiet environment without distractions.
T17	1	While I am trying to understand, if I cannot extract the idea from an important sentence, I do different activities to clarify its meaning.
T18	1	As I read, I try to relate the different ideas I get from the text.
T19	1	In order to understand the text I am reading, I try to discover the main ideas of the text.
T20	1	As I read, I try to relate the most important ideas to find the general organization of the text.
T21	1	To understand a text well, I try to link the new information it gives me with what I already know about the subject.
T22	3	When I am faced with a text, I ask myself whether I have the necessary background knowledge to be able to learn something from it.
T23	4	When I finish trying to study a text, I notice the things I have done that have worked for me and consider possible changes in the way I will do the task next time.

It measures the degree of agreement using 23 items on a scale ranging from 1 (*never*) to 5 (*always*), and it has five dimensions (D): cognition management (1), motivation management (2), comprehension assessment (3), planning (4), and context management (5).

Procedure

On the first day of the class, students were given a pre-test questionnaire to determine their situation regarding the use of SRL strategies. We then explained what self-regulated learning consists of the conditions for this type of learning management, and the importance of taking responsibility for the learning process in b-learning.

In the study group, on the first day, students were taught how to use the tool to employ metacognitive strategies. During the course, these students used the application on a weekly basis, outside school hours. The first week, they planned their study according to the learning objectives. During the following weeks, they supervised their planning and modified the objectives, as necessary. The last week, before the final exam, they self-assessed their progress and increased the study of their weakest objectives.

In the case of the control group, the questionnaire was administered on the first day of class. However, with control group, classes were conducted as usual: the importance of self-regulation of learning was not explained in the first class, nor did the students have to use the tool.

Both groups developed the course sessions in a similar manner: using flipped learning to understand the content and cooperative projects to apply the knowledge. These projects were accompanied by an evaluation rubric and had to be presented to their peers.

On the last day of class, a questionnaire was provided to all the groups. This questionnaire included the same questions as the pretest questionnaire.

All participants were informed of the use of anonymized data for the present study during the introduction of the questionnaire, and only those who agreed to participate in the study completed the questionnaire.

Data analysis

It is important to note that the data obtained for the dependent variables are ordinal, both for the text reading questionnaire (ARATEX-R) and for the study habits questionnaire (SRSI-SR). Therefore, the analyses carried out throughout the study were specifically chosen for use with ordinal variables. That is, instead of using mean scores and standard deviations, response frequencies were used for descriptive statistics, and instead of using ANOVA for inferential statistics, the Mann-Whitney U test was used. The analysis strategy followed the steps described below.

An inferential analysis was first performed to test whether significant differences existed between the scores of the two groups, in terms of the two questionnaires. The Mann-Whitney U test was used to test whether the differences were significant, considering the ordinal data.

Once it had been verified that both groups started from the same level in both the tests, reliability tests were conducted, specifically internal consistency tests using Cronbach's alpha, to determine the consistency of the study data, obtaining an alpha of 0.9, which shows a very high consistency.

Subsequently, and following the theoretical justification of the test design, the results of each of the scales studied were grouped together. As mentioned earlier, there are five dimensions for text reading—cognition management, motivation management, comprehension assessment, planning, and context management—whereas for study habits, there are four—inadequate regulation habits, organization of the environment, search for information, and organization of the task.

With the data related to each dimension, the Mann-Whitney U test was reconducted to check for significant differences between the study group, which used the tool, and the control group, which did not. If the differences are significant, it can be confirmed that the improvement in this scale is due to utilization of the tool that facilitates the use of metacognitive strategies for self-regulated learning.

Finally, for the dimensions in which no significant differences were found, the relative frequencies (in percentages) of each Likert score (from 1 to 5 points) were obtained and grouped to compare two groups: high score (scores of 4 and 5 on the Likert scale) and low and medium score (scores of 1, 2 and 3 on the Likert scale). In this way, the trend in each of the items related to each questionnaire can be checked for both the study and the control group in a way that allows for interpretation of the results.

RESULTS

First, to confirm that both groups began at the same level of self-regulation, we analyzed whether there were significant differences between the groups in the pre-test. For this purpose, the Mann-Whitney U test was used to compare the ordinal variables between two independent groups.

Regarding self-regulation in text reading, Table 1 shows that there were no significant differences between the groups for any of the items. Therefore, it can be affirmed that both groups had similar self-regulation levels, and the differences found in the post-test were due to the intervention.

Table 1*Pre-test results for items with Mann-Whitney U test*

Study Habits			Reading Text		
ID	U de Mann-Whitney	Sig.	ID	U de Mann-Whitney	Sig.
SR1	1414.5	.335	T1	1482.5	.604
SR2	1451.5	.477	T2	1498.8	.672
SR3	1527.5	.790	T3	1560.5	.964
SR4	1515.0	.728	T4	1414.5	.324
SR5	1555.0	.935	T5	1477.0	.582
SR6	1467.5	.474	T6	1457.5	.508
SR7	1467.5	.482	T7	1452.5	.483
SR8	1426.5	.376	T8	1515.0	.750
SR9	1435.0	.398	T9	1495.5	.663
SR10	1517.0	.749	T10	1479.0	.576
SR11	1471.0	.541	T11	1534.0	.839
SR12	1551.5	.916	T12	1567.0	.995
SR13	1549.0	.902	T13	1491.0	.636
SR14	1492.0	.628	T14	1402.5	.320
SR15	1494.0	.631	T15	1503.0	.696
SR16	1506.0	.708	T16	1393.0	.261
SR17	1509.0	.722	T17	1523.0	.785
SR18	1436.0	.411	T18	1440.0	.406
			T19	1439.0	.415
			T20	1382.0	.238
			T21	1448.0	.450
			T22	1526.0	.801
			T23	1476.0	.572

In the case of study habits, there were no significant differences between the two groups during the pre-test (Table 1). Therefore, it can be confirmed that any differences observed in the post-test were due to the intervention performed.

To check the effect of the intervention, we first obtained the significant differences between the groups for each of the dimensions studied, both in terms of regulation of text reading and in terms of regulation of study habits (Table 2).

Table 2*Post-test results for dimensions with Mann-Whitney U test*

Dimension of Study Habits	U de Mann-Whitney	Sig.
Inadequate regulation habits	1461.5	.530
Organization of the environment	1290.5	.103
Search for information	1531.0	.827
Organization of the task	1150.5	.014
Dimension of Reading Texts	U de Mann-Whitney	Sig.
Cognition management	1422.0	.392
Motivation management	1069.0	.004
Comprehension assessment	1204.5	.034
Planning	1030.5	.002
Context management	1355.0	.203

When analyzing the results by dimension (Table 2), both instruments were consistent in their findings: planning showed significant differences in both tests (planning and organization of the task), while context showed no significant differences in any test (context management and organization of the environment). Another result that could be equated would be that of the management of cognition and inadequate regulation habits. In both cases, there were no significant differences.

Thus, the tool was useful for the improvement of planning but not as useful for the improvement of the regulation of cognition and context. Furthermore, in the case of text reading, significant differences were observed in the management of motivation and in the evaluation of comprehension.

For the dimensions in which no significant differences were observed, the response percentages for each item were obtained, both in the pre- and post-test, grouping the higher scores (4 and 5 on the Likert scale) and the low and medium scores (1-3 on the Likert scale) to allow for observation of the trend of responses within each group (study and control) to interpret whether the intervention had an impact, even if minimal.

With respect to study habits, the percentages were also grouped for the items for which no significant differences were observed, corresponding to three of the four dimensions.

Table 3 shows the same scores on the pre- and post-test for the control group, while for the study group, the post-test revealed higher scores for all items, excepting SR2, which showed similar values. This item corresponds to voicing doubts in class, something that may be influenced by the mindset that the use of the tool should provide them with strategies to resolve these doubts on their own.

Table 3
Results of grouped percentages for the dimensions (without significative differences) of study habits

	PRE-TEST				POST-TEST			
	INADEQUATE REGULATION HABITS							
	Study Group		Control Group		Study Group		Control Group	
Item	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5
SR1	44.7%	55.3%	53.5%	46.5%	32.2%	67.8%	53.5%	46.5%
SR2	62.5%	37.5%	58.9%	41.1%	62.5%	37.5%	58.9%	41.1%
SR3	96.4%	3.6%	94.6%	5.4%	89.2%	10.8%	94.6%	5.4%
SR4	94.6%	5.4%	94.6%	5.4%	92.8%	7.2%	94.6%	5.4%
SR5	46.4%	53.6%	46.4%	53.6%	35.7%	64.3%	46.4%	53.6%
	ORGANIZATION OF THE ENVIRONMENT							
	Study Group		Control Group		Study Group		Control Group	
Item	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5
SR6	8.9%	90.9%	14.3%	85.7%	7.1%	92.9%	12.5%	87.5%
SR7	10.7%	89.3%	16.1%	83.9%	8.9%	91.1%	14.3%	85.7%
SR8	17.9%	82.1%	23.2%	76.8%	19.6%	80.4%	21.4%	78.6%
SR9	75%	25%	67.9%	32.1%	64.2%	35.8%	71.5%	28.5%
SR10	48.3%	51.7%	50%	50%	39.3%	60.7%	51.8%	48.2%
	SEARCH FOR INFORMATION							
	Study Group		Control Group		Study Group		Control Group	
Item	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5
SR11	35.7%		64.3%		32.1%		67.9%	
SR12	41.1%		58.9%		41.1%		58.9%	
SR13	16%		84%		16%		84%	

Table 3 indicates a slight increase in high post-test scores of the study group, except for SR8, which decreased. This may be because while SR6 and SR7 refer to the preparation of the study environment, SR8 refers to the time of study. If the preparation is greater and distracting places are avoided, there should be fewer distractions during the study period. In the case of the control group, an increase in high scores was observed for the first three items (SR6-SR8); however, there was a decrease in SR9 and SR10 (allowing other people to interrupt them during study and starting other tasks before finishing the current ones). Not using the tool may have caused their commitment to dedication to be weaker in the absence of planning, compared to the group that used the tool.

The search for information (Table 3) yielded interesting results, especially because it was not worked on directly through the tool. If they developed this skill, it was due to the application of metacognitive strategies that enabled them to improve in this regard. For the study group, the high scores on the post-test increased for SR13 (search for information to understand the contents of the evaluable tasks). However, they decreased slightly for SR11 (seek additional information to understand the topics) and more strongly for SR12 (seek complementary material on what has been seen in class).

This seems to indicate that if the students understood the topic (SR12), even if only in an essential way (SR11), they did not delve deeper into it. If they did not understand it, they searched for information, and more so if this topic was part of an evaluation task (SR13). The tool allowed them to monitor and reflect on the learning objectives; therefore, they prioritized spending more time searching for information regarding the objectives that they did not achieve, than for those that they had already mastered.

In the control group, there was a decrease for those who, even if they understood the topic in an essential way, did not seek additional information (SR11), while the score for the rest of the items did not vary in the post-test.

Regarding reading comprehension, percentages for cognition management and context management dimensions in text reading are shown in Table 4.

Table 4
Results of grouped percentages for the dimensions (without significative differences) of reading comprehension

	PRE-TEST				POST-TEST			
	COGNITION MANAGEMENT							
	Study Group		Control Group		Study Group		Control Group	
Item	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5
T17	46.5%	53.5%	48.2%	51.8%	44.7%	55.3%	48.3%	51.8%
T18	7.2%	92.8%	12.5%	87.5%	7.1%	92.9%	14.3%	85.7%
T19	14.3%	85.7%	17.9%	82.1%	7.1%	92.9%	19.7%	80.4%
T20	10.7%	89.3%	17.9%	82.1%	8.9%	91.1%	19.7%	80.4%
T21	14.3%	85.7%	19.7%	80.3%	10.7%	89.3%	21.5%	78.5%
	CONTEXT MANAGEMENT							
	Study Group		Control Group		Study Group		Control Group	
Item	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5	1-3	4-5
T2	32.2%	67.8%	32.2%	67.8%	19.6%	80.4%	35.8%	64.2%
T16	12.5%	87.5%	16.1%	83.9%	17.8%	82.2%	14.4%	85.6%

For management of cognition pertaining to text reading, in the study group, the general trend was that the management of cognition increased slightly across all items (except for T18, which essentially remained the same), as the percentage of responses among the higher scores of the scale (4 and 5) increased by between 2% and 7%, while the percentage of responses among the lower scores of the scale (1-3) decreased. In the case of T18, the high scores hardly increased on the post-test. This may be because the score was relatively high on the pre-test in relation to the rest of the items, and also in comparison to the control group.

In the control group, the general trend showed a slight decrease (approximately 2%) across all items (except for T17, which showed no change). This decrease was not significant and was maintained for all items. This result may be because, along with the students in the control group, we also worked on the importance of self-regulation in learning, although no guidelines were provided to improve it. In this sense, by knowing the importance of the subject, the students were more aware of their weaknesses and revealed them on the post-test.

Therefore, although the differences between the groups were not significant, the trend was different between them. Had the intervention lasted longer, it is likely that there would have been significant differences between the groups.

In the case of context management, as part of text reading, Table 3 also shows the same trend for item T2 (the study group increased its high scores on the post-test, while the control group showed a slight decrease). However, item T16 showed the opposite results (for the study group, the high scores decreased on the post-test, whereas they increased for the control group).

The item T16 refers to seeking a peaceful working environment before the start of the study. One possibility is that the students in the study group, who have more internal abilities that facilitate better studying, are not as affected by external aspects; another may be that at the time of planning, they consider which places will be more appropriate for studying and not encounter this inconvenience before commencing studying.

DISCUSSION AND CONCLUSION

The use of metacognitive strategies by the students has had a positive impact regarding students' study habits and reading comprehension, in this particular case in a blended learning context. We began with groups that had no significant differences, and those who have used metacognitive strategies for SRL, have seen improved reading comprehension as well as study habits.

In the regulation of inappropriate habits during the study, a very slight improvement trend was observed when students use metacognitive strategies, except regarding asking questions in class; this, however, may have been influenced by the misconception that using the tool should help students address their queries on their own.

Similarly, there was an increase in the management of the context or environment whether they employ metacognitive strategies, except in the search for quiet environments in case of reading texts, to ensure that they are not distracted while studying. These results should be further examined, because they do not follow the trend of the other items.

The search for information item produced interesting results—this ability seemed to worsen after using the application. However, if each item is analyzed, it becomes evident that this worsened in terms of delving deeper into the topics being worked on; the results, in fact, improved regarding the search for information when a topic was not understood. This result can be considered positive, as the planning improvement can help students prioritize the search for information to achieve the learning objectives they did not master.

In general, the dimensions in which no significant improvement was observed tended to increase when students use metacognitive strategies, except for some specific items. There may be an explanation for these, which should be investigated further. Long-term studies can confirm this trend, and significant improvements may be obtained in these dimensions as well.

Regarding text reading, there was a significant improvement in the study group's motivation management compared to the control group. Attitude toward coping with the learning process in blended learning courses was found to improve if students are supported in using metacognitive strategies (Zhu et al., 2020), and improve motivation to use SRL strategies can improve their academic outcomes (Broadbent & Fuller-Tyszkiewicz, 2018).

The assessment of comprehension during text reading is also a key aspect of SRL, as pointed out by authors of previous studies, such as Tai et al. (2018) with monitoring strategies, and Panadero et al. (2018) and Yan (2020) with self-assessment strategies. A significant improvement was observed in this dimension with the use of the digital tool. This has led to an improvement in the students' reading comprehension.

The combination of various types of assessment while using of the application has been a key aspect, as Chen and Bonner (2020) noted. First, a prior evaluation of their knowledge was performed based on specific criteria, following Carroll's (2020) proposal. Subsequently, according to the proposal of Panadero, et al. (2018), a continuous evaluation in a reflective way was performed and included improvement strategies through forms, according to Bahri et al. (2021) proposal. Finally, following the proposal of Fraile et al. (2020), a self-assessment of the evaluation criteria was completed.

Furthermore, self-regulation through task planning and organization showed improvement in both text reading and study habits when students use metacognitive strategies, which is consistent with the findings of Fokkens-Bruinsma et al. (2020) and Colhorpe et al. (2018). The planning managed by the students with the tool, has

facilitated goal setting and strategy implementation, in line with the findings of Chou and Zou (2020).

As previously mentioned, b-learning requires greater preparation of metacognitive strategies (Schwam et al., 2020), because it requires greater initiative and direction of the process (Onah et al., 2020). Furthermore, according to Sáiz et al. (2017), the use of metacognition is related to better learning patterns, making the component of planning an essential aspect of a metacognitive strategy.

However, some of the dimensions evaluated did not show significant improvements, even with the use of the tool. When analyzing the items individually, we were able to identify which aspects of these dimensions improved owing to the tool.

In case of the management of cognition for reading texts improved slightly across practically all aspects, except in the ability to separate the ideas of a text, a factor that may also influence reading comprehension. Further research needs to be done in this area.

These results confirm that metacognitive strategies aimed at self-regulated learning play an important role in study habits, especially in the organization of the task, and in reading comprehension, especially in the management of motivation, comprehension evaluation and planning. For self-regulated learning, in the case of study habits, the organization of the task is essential to improve and optimize the learning process by oneself. In the case of reading comprehension, it is important that a learner who self-regulates his or her learning process is able to manage his or her motivation to initiate this process properly, as well as requiring good planning to continue with the process, and to carry out an evaluation of his or her comprehension to ensure that the process has been successful.

It is recommended to explain to students the importance of these strategies, and especially in b-learning contexts, according to Vanslambrouck et al. (2019). To work on metacognitive strategies in these contexts we should consider models such as OLM (Bull & Kay, 2010; Kay et al., 1997), to improve thinking and academic outcomes, according to the findings of several authors (Broadbent, 2017; Hooshyar et al., 2019; Kickert et al., 2019).

The inclusion of an OLM tool in the virtual classroom would allow students to visualize their progress-related data in their usual tools; and thus, the tool facilitates the study of the subjects (Pardo et al., 2016; Schumacher & Ifenthaler, 2018).

Future studies should add another study group in which students have to plan, monitor, and self-assess their learning process manually instead of using the tool. In this way it can be confirmed that the improvement in study habits and reading comprehension is due to the use of metacognitive strategies, and not to the motivation that could be caused by the use of a digital tool to manage these strategies, as the influence of motivation can be a limitation of study.

The main limitation of the study was its four-month duration. Therefore, in the future, we hope to be able to apply this tool in long-term studies, for example, during

a full university course. Another possible limitation was the quasi-experimental design of the study, given the characteristics of the groups formed by disciplines. In this line, the inclusion of the OLM could be done randomly among the students.

As standardized instruments were used, the data obtained were ordinal in nature, which meant that inferential analyses had to be carried out, which frequently provide limited information on the differences between groups. For this reason, in order to interpret the results in a more specific way, we have had to use grouped frequency data. In future studies, it is recommended that an additional instrument be used whose data can be analyzed quantitatively and provide the option of better interpretations. Also, if an intervention is carried out over a longer period, it is possible that the inferential analysis (Mann-Whitney U test) may provide more explanatory results.

REFERENCES

- Adams, A. M., Wilson, H., Money, J., Palmer-Conn, S., & Fearn, J. (2019). Student engagement with feedback and attainment: the role of academic self-efficacy. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 45(2), 317-329. <https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1640184>
- Akamatsu, D., Nakaya, M., & Koizumi, R. (2019). Effects of metacognitive strategies on the self-regulated learning process: The mediating effects of self-efficacy. *Behavioral Sciences*, 9(12), 128. <https://doi.org/10.3390/bs9120128>
- Alzaid, M., & Hsiao, S. (2019). Utilising problem-solving: from self-assessment to self-regulating. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 25(3), 222-244. <https://doi.org/10.1080/13614568.2019.1705922>
- Anthony, L., Koo, A. C., & Hew, S. H. (2020). Self-Regulated learning strategies and non-academic outcomes in higher education blended learning environments: a one decade review. *Education and Information Technologies*, 25, 3677-3704. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10134-2>
- Bahri, A., Idris, I. S., Muis, H., Arifuddin, M., & Fikri, M., J., N. (2021). Blended Learning Integrated with Innovative Learning Strategy to Improve Self-Regulated Learning. *International Journal of Instruction*, 14(1), 779-794. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14147a>
- Blau, I., & Shamir-Inbal, T. (2017). Re-designed flipped learning model in an academic course: The role of co-creation and co-regulation. *Computers & Education*, 115, 69-81. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.014>
- Broadbent, J. (2017). Comparing online and blended learner's self-regulated learning strategies and academic performance. *The Internet and Higher Education*, 33, 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.01.004>
- Broadbent, J., & Fuller-Tyszkiewicz, M. (2018). Profiles in self-regulated learning and their correlates for online and blended learning students. *Educational technology research and development*, 66(6), 1435-1455. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9595-9>
- Bull, S., & Kay, J. (2010). Open Learner Models. In R. Nkambou, J. Bourdeau y R. Mizoguchi (Eds.), *Advances in Intelligent Tutoring Systems. Studies in Computational Intelligence*, 308.

- Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14363-2_15
- Carroll, D. (2020). Observations of student accuracy in criteria-based self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 45(8), 1088-1105. <https://doi.org/10.1080/02602938.2020.1727411>
- Chen, P. P., & Bonner, S. M. (2020). A framework for classroom assessment, learning, and self-regulation. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 27(4), 373-393. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2019.1619515>
- Chou, C. Y., & Zou, N. B. (2020). An analysis of internal and external feedback in self-regulated learning activities mediated by self-regulated learning tools and open learner models. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00233-y>
- Cleary, T. J. (2006). The development and validation of the Self-Regulation Strategy Inventory—Self-Report. *Journal of School Psychology*, 44(4), 307-322. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2006.05.002>
- Colthorpe, K., Sharifirad, T., Ainscough, L., Anderson, S., & Zimbardi, K. (2018). Prompting undergraduate students' metacognition of learning: implementing 'meta-learning' assessment tasks in the biomedical sciences. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(2), 272-285. <https://doi.org/10.1080/02602938.2017.1334872>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Dixon, H., Hawe, E., & Hamilton, R. (2020). The case for using exemplars to develop academic self-efficacy. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 45(3), 460-471. <https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1666084>
- Fokkens-Bruinsma, M., Vermue, C., Deinum, J. F., & van Rooij, E. (2020). First-year academic achievement: the role of academic self-efficacy, self-regulated learning and beyond classroom engagement. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 46(7), 1115-1126. <https://doi.org/10.1080/02602938.2020.1845606>
- Fraile, J., Gil-Izquierdo, M., Zamorano-Sande, D., & Sánchez-Iglesias, I. (2020). Self-regulated learning and formative assessment process on group work. *Relieve: Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 26(1), 7. <https://doi.org/10.7203/relieve.26.1.17402>
- Hawe, E., & Dixon, H. (2017). Assessment for learning: a catalyst for student self-regulation. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 42(8), 1181-1192. <https://doi.org/10.1080/02602938.2016.1236360>
- Hernández, A., & Camargo, Á. (2017). Adaptación y validación del Inventario de Estrategias de Autorregulación en estudiantes universitarios. *Suma Psicológica*, 24(1), 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.sumpsi.2017.02.001>
- Hooshyar, D., Kori, K., Pedaste, M., & Bardone, E. (2019). The potential of open learner models to promote active thinking by enhancing self-regulated learning in online higher education learning environments. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2365-2386. <https://doi.org/10.1111/bjet.12826>
- Kay, J., Halin, Z., Ottomann, T., & Razak, Z. (1997). Learner know thyself: Student models to give learner control and responsibility. In *Proceedings of International Conference on Computers in Education* (pp. 17-24).
- Kickert, R., Meeuwisse, M., M. Stegers-Jager, K., V. Koppenol-Gonzalez, G., R. Arends, L., & Prinzie, P. (2019). Assessment policies and academic performance within

- a single course: the role of motivation and self-regulation. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44(8), 1177-1190. <https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1580674>
- Lluch, L., & Portillo, M. C. (2018). La competencia de aprender a aprender en el marco de la educación superior. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(2), 59-76. <https://doi.org/10.35362/rie7823183>
- Muijs, D., & Bokhove, C. (2020). *Metacognition and Self-Regulation: Evidence Review*. London: Education Endowment Foundation. <https://educationendowmentfoundation.org.uk/evidence-summaries/evidence-reviews/metacognition-and-self-regulation-review/>
- Ng, E. M. (2018). Integrating self-regulation principles with flipped classroom pedagogy for first year university students. *Computers & Education*, 126, 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.002>
- Nieminen, J. H., & Tuohilampi, L. (2020). 'Finally studying for myself—examining student agency in summative and formative self-assessment models. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 45(7), 1031-1045. <https://doi.org/10.1080/02602938.2020.1720595>
- Núñez, J. C., Amieiro, N., Álvarez, D., García, T., & Dobarro, A. (2015). Escala de Evaluación de la Autorregulación del Aprendizaje a partir de Textos (ARATEX-R). *European Journal of Education and Psychology*, 8(1), 9-22. <https://doi.org/10.1016/j.ejeps.2015.10.002>
- Onah, D. F., Pang, E. L., & Sinclair, J. E. (2020). Cognitive optimism of distinctive initiatives to foster self-directed and self-regulated learning skills: A comparative analysis of conventional and blended-learning in undergraduate studies. *Education and Information Technologies*, 25(5), 4365-4380. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10172-w>
- Ortega-Ruipérez, B., & Castellanos, A. (2021). Design and development of a digital tool for metacognitive strategies in self-regulated learning. In *EDULEARN21 Proceedings*. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021>
- Panadero, E., Broadbent, J., Boud, D., & Lodge, J. M. (2018). Using formative assessment to influence self- and co-regulated learning: The role of evaluative judgement. *European Journal of Psychology of Education*, 34(3), 535-557. <https://doi.org/10.1007/s10212-018-0407-8>
- Panadero, E., Jonsson, A., & Botella, J. (2017). Effects of self-assessment on self-regulated learning and self-efficacy: Four meta-analyses. *Educational Research Review*, 22, 74-98. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.08.004>
- Pardo, A., Han, F., & Ellis, R. A. (2016). Combining university student self-regulated learning indicators and engagement with online learning events to predict academic performance. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(1), 82-92. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2639508>
- Pintrich, P. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and SRL in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Sáiz, M. C., García-Osorio, C. I., & Díez-Pastor, J. F. (2019). Differential efficacy of the resources used in B-learning environments. *Psicothema*, 31(2), 170-178. <https://doi.org/10.7334/psicothema2018.330>
- Sáiz, M. C., Marticorena, R., García-Osorio, C. I., & Díez-Pastor, J. F. (2017). How Do B-Learning and Learning Patterns Influence Learning Outcomes? *Frontiers in Psychology*, 8, 745. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00745>

- Schumacher, C., & Ifenthaler, D. (2018). Features students really expect from learning analytics. *Computers in human behavior*, 78, 397-407. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.06.030>
- Schwam, D., Greenberg, D., & Li, H. (2020). Individual Differences in Self-regulated Learning of College Students Enrolled in Online College Courses. *American Journal of Distance Education*, 35(2), 133-151. <https://doi.org/10.1080/08923647.2020.1829255>
- Tai, J., Ajjawi, R., Boud, D., Dawson, P., & Panadero, E. (2018). Developing evaluative judgement: enabling students to make decisions about the quality of work. *Higher Education*, 76(3), 467-481. <https://doi.org/10.1007/s10734-017-0220-3>
- Vanslambrouck, S., Zhu, C., Pynoo, B., Lombaerts, K., Tondeur, J., & Scherer, R. (2019). A latent profile analysis of adult students' online self-regulation in blended learning environments. *Computers in Human Behavior*, 99, 126-136. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.05.021>
- Vasu, K. A. P., Mei Fung, Y., Nimehchisalem, V., & Md Rashid, S. (2020). Self-Regulated Learning Development in Undergraduate ESL Writing Classrooms: Teacher Feedback Versus Self-Assessment. *RELC Journal*, 0033688220957782. <https://doi.org/10.1177/0033688220957782>
- Wang, F. H. (2019). On the relationships between behaviors and achievement in technology-mediated flipped classrooms: A two-phase online behavioral PLS-SEM model. *Computers & Education*, 142, 103653. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103653>
- Winne, P. H. (1996). A metacognitive view of individual differences in self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 8(4), 327-353. [https://doi.org/10.1016/S1041-6080\(96\)90022-9](https://doi.org/10.1016/S1041-6080(96)90022-9)
- Wong, T. L., Xie, H., Zou, D., Wang, F. L., Tang, J. K. T., Kong, A., & Kwan, R. (2019). How to facilitate self-regulated learning? A case study on open educational resources. *Journal of Computers in Education*, 7(1), 51-77. <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00138-4>
- Yan, Z. (2020). Self-assessment in the process of self-regulated learning and its relationship with academic achievement. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 45(2), 224-238. <https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1629390>
- Zamora, Á., Suárez, J. M., & Ardura, D. (2018). Error detection and self-assessment as mechanisms to promote self-regulation of learning among secondary education students. *The Journal of Educational Research*, 111(2), 175-185. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1225657>
- Zhu, Y., Zhang, J. H., Au, W., & Yates, G. (2020). University students' online learning attitudes and continuous intention to undertake online courses: a self-regulated learning perspective. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1485-1519. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09753-w>
- Zimmerman, B. J. (2002) Becoming a self-regulated learner: an overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 17/03/2022


Fecha de aprobación para maquetación: 23/03/2022


*Estudios e
Investigaciones*

Proponiendo una EdTech sustentable. Más allá de docentes *powerpointers* y *clickerers* en la Universidad

Proposing a Sustainable EdTech. Beyond Powerpointers and Clickerers Teachers at University



 Verónica Villarroel Henríquez - *Universidad del Desarrollo (Chile)*

 Wanda Stuardo Troncoso - *Universidad del Desarrollo (Chile)*

RESUMEN

La crisis sociosanitaria por COVID 19 evidenció una brecha digital entre docentes y estudiantes de educación superior que revela la necesidad de desarrollar en los docentes universitarios competencias en EdTech. Con el objetivo de analizar el desarrollo actual de la formación docente en competencias digitales para la educación del siglo XXI, se realizó una extensa y sistemática revisión bibliográfica de literatura nacional e internacional, en torno a los modelos teóricos, marcos de referencia y experiencias de formación en competencias digitales docentes. El problema que se discute en este artículo es la tendencia a formar docentes en aspectos instrumentales y técnicos de la tecnología como la alfabetización digital e informacional, sin profundizar en su uso más complejo como instrumento de mediación cognitiva para aprender a pensar a través de TICs y medios digitales. A partir del análisis realizado, se concluye que las universidades necesitan avanzar hacia una EdTech sustentable, orientada a la resolución de problemas a través de entornos colaborativos caracterizados por un uso crítico, ético, cooperativo, participativo y responsable de las tecnologías. Se realiza una propuesta de formación en EdTech donde lo digital está integrado a la tarea pedagógica y responde a la complejidad de los aprendizajes que se necesitan desarrollar en los estudiantes.

Palabras clave: formación de profesores; nuevas tecnologías; tecnología de la educación; habilidades de información; enseñanza superior.

ABSTRACT

The COVID 19 socio-sanitary crisis evidenced a digital gap between higher education teachers and students that needs to develop EdTech skills in university teachers. With the aim of analysing the current development of teacher training in digital skills for education in the 21st century, an extensive and systematic bibliographic review of national and international literature was carried out. It review considered the theorists, frames of reference and training experiences in teaching digital skills. The problem discussed in this article is the actual tendency to train teachers in instrumental and technical aspects of technology such as digital and information literacy, without delving into its more complex use as an instrument of cognitive mediation to learn to think through ICTs and digital media. Based on the analysis carried out, it is concluded that universities need to move towards a sustainable EdTech, oriented towards problem solving through collaborative environments characterized by a critical, ethical, cooperative, participatory and responsible use of technologies. A training proposal is made in EdTech where the digital is integrated into the pedagogical task and responds to the complexity of the learning that needs to be developed in the students.

Keywords: teacher training; new technologies; educational technology; digital skills; higher education.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han transformado cómo las personas conocen, interpretan e interactúan con la realidad (Juan-Lázaro y Area-Moreira, 2021), construyen conocimientos y se relacionan entre las personas, dando lugar a la denominada sociedad de la información y en red (Caldevilla Domínguez et al., 2020). La universalización del internet y “lo digital” está cada vez más presente en la vida cotidiana (Guimaraes et al., 2019), por lo que los intentos de integración de las TIC en la educación constituyen un desafío necesario para preparar a los estudiantes como ciudadanos del siglo XXI que muestren competencias digitales, pensamiento crítico y capacidad de resolución de problemas (Ocaña-Fernández et al., 2020; Turpo-Gebera et al., 2021).

Las instituciones educativas forman parte de esta sociedad que estructura y es estructurada por los desarrollos tecnológicos (Mirrlees y Alvi, 2020). Entre la educación y la tecnología existe una relación recíproca y dialogante, en la que las herramientas digitales constituyen agentes de cambio que impulsan la transformación sustancial de métodos de enseñanza, uso de nuevos enfoques, formación docente y aprendizaje de los alumnos (Guimaraes et al., 2019; Ocaña-Fernández et al., 2020). Por ello, se torna necesario desarrollar procesos de alfabetización mediática y digital, que permitan a las personas interpretar contenidos, expresarse y pensar de manera innovadora mediante estas herramientas (Sosa y Palau, 2018).

La educación tecnológica y/o uso de tecnologías educativas (EdTech) alude a la implementación de procesos e iniciativas por parte de instituciones educacionales, orientadas a cambiar la calidad educativa por medio del uso de herramientas tecnológicas y de la digitalización de servicios de enseñanza y aprendizaje (Renz et al., 2020). EdTech se orienta a la implementación de conjuntos de prácticas para integrar la tecnología con las metodologías de la educación para transformar la manera de aprender y enseñar (Built In, 2021).

EdTech invita a comprender las tecnologías desde sus complejidades, cimentando las bases para la construcción de metodologías de enseñanza-aprendizaje que respondan a las demandas cambiantes del contexto tecnológico y educacional (Habler et al., 2020). Permite diseñar experiencias que aumentan las capacidades de aprendizaje de los estudiantes desde una perspectiva inclusiva, modernizando los enfoques de enseñanza, transformando las formas en que los docentes se involucran con sus estudiantes, y los estudiantes interactúan y se comprometen con su proceso de aprender (McGrath y Akerfeldt, 2020; Vera, 2021).

Para efectos del presente artículo, la propuesta teórica analizará tres factores de reflexión para una educación tecnológica eficiente, innovadora y crítica: a) la brecha digital entre docentes y nuevas generaciones estudiantiles, b) los desafíos de educación a distancia evidenciados en COVID-19, y c) los programas de formación docente en EdTech.

BRECHA DIGITAL ENTRE DOCENTES Y ESTUDIANTES

La era del conocimiento y de las nuevas tecnologías requiere de un tipo de metodologías y teorías de enseñanza-aprendizaje asociadas al ciberespacio y la sociedad red con tales características, que los diferentes intentos por dar respuesta a este desafío han puesto en evidencia un significativo distanciamiento y brecha generacional entre docentes y estudiantes, quienes han sido catalogados como “nativos digitales” o “*knowmads*” (Valverde-Berrocoso y Balladares-Burgos, 2017).

Según Sharma (2017), el cuerpo estudiantil está constantemente conectado al mundo digital a través de diversas herramientas y plataformas tecnológicas, teniendo acceso a múltiples conocimientos y fuentes de información. Llegan a las universidades con mayor cantidad de conocimientos, diferentes formas de pensar, procesar y construir conocimiento, con más cuestionamientos y mayores demandas hacia los docentes en términos de los ritmos, estrategias y formatos del proceso educativo. En palabras de Valverde-Berrocoso y Balladares-Burgos (2017), los estudiantes 3.0 desafían a la universidad 1.0, y de manera particular a sus docentes, a incorporar de forma profunda y transversal competencias digitales para generar entornos acordes y adaptados a sus características y demandas socio tecnológicas. Pero esta digitalización de la enseñanza no implica sólo incorporar de manera instrumental las nuevas plataformas, sino más bien, incorporarlas a procesos de pensamiento, gestión de conocimiento, creación e innovación.

A pesar de estas demandas, la formación de los docentes no ha sido efectiva para dar respuesta a la necesidad de diseñar nuevas estrategias metodológicas asociadas a TIC y medios digitales; aspecto que resulta preocupante al ser los docentes figuras de influencia y transferibilidad de habilidades digitales para adaptarse y desempeñarse en sus contextos laborales y educativos en una sociedad en red (Valverde-Berrocoso y Balladares-Burgos, 2017). La brecha digital generacional cobra especial importancia al considerar que las formas en que profesores universitarios comprenden los procesos de enseñanza con TIC, tienen efectos altamente significativos en los resultados y las experiencias de aprendizaje que ofrecen a los estudiantes (Chou et al., 2017).

¿Por qué ha sido complejo disminuir esta brecha digital en las universidades? Principalmente porque existe una oferta de capacitación limitada para la instrucción en procesos de alfabetización digital y orientada a la aplicación de las TIC de manera instrumental (Balladares-Burgos, 2018); evidenciando así una deuda sustancial en la calidad del entrenamiento en competencias digitales docentes. De alguna forma, es necesario diferenciar el uso de las TIC como un medio para comunicar un pensamiento (como puede ser un informe, una presentación en PowerPoint o una respuesta a una pregunta), del uso de las TIC para construir conocimientos, es decir, para pensar a través de las TIC. Esto último se observa en falta, como se verá más adelante.

DESAFÍOS DE EdTech TRAS EL COVID-19

El COVID-19 puso en evidencia la brecha digital entre académicos y estudiantes, y la necesidad de capacitar a los docentes en competencias digitales. Las medidas de confinamiento llevaron a migrar hacia una modalidad de educación a distancia, convirtiendo a la educación en uno de los campos más afectados por la pandemia. Rediseñar y redefinir las prácticas de enseñanza-aprendizaje hacia el mundo digital, visibilizó problemas metodológicos que antes se intuían, pero que esta experiencia mostró con claridad (García-Peñalvo y Corell, 2020; Yurtseven et al., 2021).

La pandemia obligó a transformar currículums educativos al formato online, con escasa preparación, experiencia y apoyo técnico (Cutri et al., 2020); estando lejos de compararse con iniciativas de educación tecnológica diseñadas para impartirse en formato online (Hodges et al., 2020). También se ha puesto de manifiesto que gran parte de los docentes no se encuentran preparados ni motivados para la aplicación de tecnologías digitales en el aula. Esto es relevante porque la forma en que los docentes conceptualizan y abordan las innovaciones con medios electrónicos y tecnológicos, impacta en la experiencia de aprendizaje de estudiantes (Ocaña-Fernández et al., 2020).

Durante este periodo se han identificado dos problemáticas centrales: a) la falta de prácticas, recursos y materiales a disposición, que apoyen la enseñanza y el aprendizaje en una la “educación abierta”, caracterizada por ser flexible, colaborativa, centrada en el estudiante y el desarrollo de su autonomía, y b) la falta de preparación en alfabetización y educación digital de los docentes (García-Peñalvo y Corell, 2020; Secil y Murat, 2020). Swaminathan et al. (2021) proponen que, para hacer frente a estas demandas y dificultades, es necesario contar con una infraestructura tecnológica estable, apoyo institucional y administrativo e implementar cursos de capacitación docente en educación tecnológica.

Frente al acceso ilimitado a información, la hiperconexión, interconexión y las innumerables plataformas digitales vigentes, los docentes necesitan adaptarse a las nuevas tecnologías, capacitándose en alfabetización digital para el desarrollo de e-competencias para la innovación educativa (Agreda et al., 2016). Se hace necesario diseñar una propuesta de formación docente en EdTech que sitúe a las universidades a la vanguardia de los procesos sociotecnológicos (Pérez et al., 2017). Las preguntas que aún quedan sobre la mesa tienen relación con qué tipo de capacitaciones son las más idóneas y para qué tipo de competencias digitales se debe entrenar a los docentes.

Dentro de los principales beneficios que ofrecen los entornos virtuales para los educadores están: el aumento de flexibilidad horaria, la promoción de comunidades de aprendizaje para compartir recursos, y el aumento de las vías de comunicación, supervisión y entregas de apoyo al estudiante. Respecto a los beneficios para los estudiantes, destacan: participar en experiencias de aprendizaje más flexibles, colaborar y conocer a personas de distintas zonas y culturas geográficas, contar con

vías para la comunicación sincrónica y asincrónica y aumentar su acceso a recursos para el aprendizaje (Albrahim, 2020).

COMPETENCIAS DIGITALES DOCENTES PARA EdTech

Las competencias digitales incluyen todos aquellos conocimientos, habilidades, estrategias y actitudes que permiten a los docentes utilizar las tecnologías de información y comunicación para resolver problemas, gestionar la información, crear y compartir contenido, construir y transferir conocimientos de manera efectiva, apropiada, flexible y crítica, fomentando la participación, la cooperación y el análisis reflexivo de los contenidos (Dias-Trindade y Gomes, 2020). A continuación, se presentan diferentes conceptualizaciones.

Amhag et al. (2019) y Dias-Trindade y Gomes (2020) comprenden las competencias digitales docentes como el conjunto de habilidades para trabajar en entornos digitales e incorporar las tecnologías y el internet en las tareas pedagógicas de enseñanza de manera crítica y responsable, manejando una amplia variedad de dispositivos y plataformas, adaptándolas a diferentes temáticas y contextos. Sosa y Palau (2018) ponen énfasis en las nociones de alfabetización digital, pero destacan la importancia de desarrollar habilidades para utilizar de manera crítica y pedagógica las tecnologías de información y comunicación. Estos autores sugieren dos tipos de alfabetización: a) informacional, la cual alude a todos aquellos conocimientos, disposiciones y conductas que permitan a las personas reconocer la necesidad de información, donde conseguirla y evaluar las posibilidades de su uso, y b) tecnológica, es decir, el conjunto de habilidades y conocimientos asociados al funcionamiento de las tecnologías de información y comunicación, y su utilización para responder a diversos objetivos.

Sharma (2017) plantea que es necesario que los docentes desarrollen competencias para la: a) creación de redes que faciliten el aprendizaje colaborativo entre los diferentes agentes de las comunidades educativas, b) comunicación a través de redes sociales y medios digitales, incluyendo la creación de contenido a través de cápsulas audiovisuales, desarrollo de seminarios web (*webinars*), diseño de bibliotecas digitales, entre otros; c) pensamiento crítico y reflexivo para el diseño de estrategias creativas, originales y de resolución de problemas, d) desarrollo de un entorno nutricional enfocado en las necesidades de los estudiantes, y finalmente, e) gestión del conocimiento, orientado a las habilidades para manejar, correlacionar, evaluar y utilizar la información de manera adecuada frente a las recurrentes innovaciones y desarrollos.

Lohr et al. (2021) clasificaron a los diferentes académicos según sus niveles de conocimientos y habilidades en competencias digitales, distinguiendo entre: a) *powerpointers*, esto es, docentes que utilizan tecnología para el diseño de actividades pasivas de aprendizaje por medio de presentaciones y material audiovisual; b) *clickerers*, todos aquellos docentes que utilizan tecnologías tales como sistemas

de preguntas-respuestas, cuestionarios y guías digitales, buscando involucrar a los estudiantes; y c) *digital pros*, clasificación que alude a académicos que utilizan actividades de aprendizaje digital de alto nivel y utilizan la tecnología para promover la resolución de problemas, diseño de ideas y evaluar el posicionamiento de estudiantes, a través de entornos colaborativos.

A partir de estas clasificaciones es posible inferir que la formación en competencias digitales ha estado focalizada en la alfabetización instrumental, formando más docentes *powerpointers* y *clickerers*, que *digital pros*, lo que limita la potencialidad del uso de las tecnologías digitales para aprender. EdTech aspira a la construcción de entornos digitales de aprendizaje caracterizados por un uso crítico, ético, cooperativo, participativo y responsable de las tecnologías, como también, a la incorporación de estas herramientas a procesos de resolución de problemas, comunicación y gestión del conocimiento por parte de docentes, para dirigir y formar a una juventud que tiene a su disponibilidad una amplia gama de fuentes de información.

MODELOS EN COMPETENCIAS DIGITALES DOCENTES

Marco Europeo para la Competencia Digital Docente

El Marco Europeo para la Competencia Digital Docente establece seis áreas, integrando habilidades profesionales, pedagógicas y aquellas a desarrollar en estudiantes. Estas son: a) compromiso profesional, b) tecnologías y recursos digitales, c) enseñanza y aprendizaje, d) evaluación, e) empoderamiento de estudiantes, y f) facilitamiento de la competencia digital de estudiantes (Redecker, 2017). El compromiso profesional alude al uso de lo digital para la comunicación, colaboración y el desarrollo profesional, mientras que las tecnologías y recursos digitales refieren al compartir, buscar y crear recursos digitales. Por otro lado, el área de enseñanza y aprendizaje se relaciona con la gestión de tecnologías digitales para acciones pedagógicas; y el área de evaluación apunta al uso de medios y estrategias digitales para estimar los resultados de aprendizaje de estudiantes. Por otro lado, las áreas de “empoderamiento de estudiantes” y “facilitamiento de competencia digital de estudiantes” refieren a la utilización de tecnologías digitales para promover la inclusión y el involucramiento activo de estudiantes; y a habilitar el uso creativo y responsable de la información y lo digital por parte de alumnos y alumnas, respectivamente (Dias-Trindade y Gomes, 2020).

Marco Común de Competencia Digital Docente

El Marco Común de Competencia Digital Docente del Instituto Nacional de Tecnologías y de Formación del Profesorado (2017, p. 2) propone cinco áreas: a) información y alfabetización informacional, b) comunicación y colaboración, c)

creación de contenidos digitales, d) seguridad, y e) resolución de problemas. El área de información y alfabetización informacional agrupa competencias digitales asociadas con la búsqueda y filtrado de información, la evaluación de contenidos digitales y el almacenamiento de dichos datos. Por otro lado, el área de comunicación y colaboración incluye competencias de interacción, participación ciudadana, colaboración y gestión de la identidad digital a través de tecnologías; mientras que el área de creación de contenidos digitales apunta a aquellas habilidades y conocimientos vinculados al desarrollo y reelaboración de contenidos, al igual que el manejo de programación, licencias y derechos de autor. El área de seguridad se refiere a competencias de protección de datos, dispositivos, de salud y del entorno en el mundo digital; mientras que el área de resolución de problemas agrupa aquellas habilidades de resolución de problemas técnicos, innovación, identificación de necesidades y respuestas tecnológicas (Vargas-Murillo, 2019).

Estándares de Competencias TIC para docentes (UNESCO)

Los Estándares de Competencias TIC para docentes de la UNESCO proponen una matriz compuesta por cinco competencias básicas: a) plan de estudios y evaluación, b) pedagogía, c) tecnologías de información y comunicación, d) organización y administración, y e) formación profesional de docentes. Además, en este modelo se definen tres enfoques complementarios del desarrollo de competencias digitales: a) nociones básicas de las TIC, b) profundización del conocimiento y c) generación del conocimiento (Tobar, 2017).

El enfoque de “Nociones básicas de las TIC” busca una comprensión de las nuevas tecnologías, a través de cambios en el plan de estudios por medio de competencias básicas en materias de alfabetización digital, integración de las TIC a la práctica pedagógica como parte de las actividades cotidianas, aprender a utilizar plataformas, softwares y herramientas digitales, y el aumento de nociones básicas sobre tecnología y herramientas digitales. El segundo enfoque de “Profundización del conocimiento” desarrolla habilidades para resolver problemas complejos y contextualizados en la realidad social y cotidiana, en la que los docentes deben generar ambientes de aprendizaje colaborativos y cooperativos con sus contextos locales y globales (Tobar, 2017).

El tercer enfoque de “Generación de conocimiento” busca la coordinación de competencias docentes complejas para apoyar que los estudiantes, a través de las TIC, creen productos de conocimiento, establezcan metas y objetivos; siendo los docentes un ejemplo y modelo de utilización de tecnologías digitales para sus estudiantes (Tobar, 2017).

Otras propuestas de clasificación

Tobar (2017) elaboró una propuesta de Índice de Competencias TIC que involucra: a) competencia tecnológica, compuesta por indicadores de manejo instrumental básico, manejo avanzado y manejo instrumental de LMS; b) competencia comunicativa, comprendida por comunicación sincrónica y asincrónica, uso de redes sociales y manejo de segunda lengua; c) competencia pedagógica, asociada al conocimiento de modelos pedagógicos, uso de estrategias didácticas y evaluación; d) competencia investigativa, referente al uso de repositorios, gestión del conocimiento y derechos de autor; y finalmente, e) competencia de gestión, asociada a la administración de plataformas digitales y el manejo instrumental básico en materias de gestión.

Albrahim (2020) establece seis competencias centrales: pedagógicas, de contenido, de diseño, tecnológicas, de gestión, sociales y comunicacionales. Las *competencias pedagógicas* permiten a los docentes comprender los fundamentos, principios y estrategias de la enseñanza tecnológica, tales como el diseño instruccional, fomentar la motivación y compromiso de los estudiantes, promover la autoevaluación y reflexión, facilitar la participación individual y colectiva al interior del aula, entre otras. Las *competencias de contenido* aluden a las habilidades para definir objetivos de aprendizaje que sean adecuados para las características de los estudiantes, desarrollar y seleccionar diferentes recursos de aprendizaje que se acomoden a los diversos estilos de aprendizaje, diseñar actividades adecuadas al contexto de enseñanza y gestionar la información.

Las *competencias de diseño* aluden a la capacidad de organizar y presentar el material de aprendizaje en diferentes formatos, usar la retroalimentación obtenida de parte de los estudiantes para mejorar las técnicas y metodologías de enseñanza, y comprender los principios, modelos y teorías del diseño instruccional. Mientras que, las *competencias tecnológicas* implican acceder y utilizar diferentes herramientas y recursos digitales, reconocer el potencial de las tecnologías para crear contenido digital y mantenerse actualizado en términos de las innovaciones digitales para los procesos de enseñanza-aprendizaje (Albrahim, 2020).

Las *competencias de administración y gestión* refieren al manejo del tiempo al interior del aula, realizar seguimientos del progreso de los estudiantes, demostrar liderazgo y conocimiento en torno a los procesos de gestión de la enseñanza, comprender y comprometerse con las políticas institucionales, entre otros. Las *competencias sociales y de comunicación* apuntan a facilitar y mantener discusiones interactivas, respetar las diferencias culturales, asegurar la calidad del contenido, usar diferentes herramientas de comunicación con los diversos agentes de las comunidades educativas, resolver conflictos y crear ambientes de respeto mutuo presenciales y digitales (Albrahim, 2020).

Jisc (2014) propone que la alfabetización digital comprende siete competencias: a) alfabetización en medios digitales para leer y producir crítica y creativamente

contenido en medios digitales, b) comunicación y colaboración para participar en redes digitales para el aprendizaje y la investigación, c) manejo de carrera profesional e identidad para la gestión de la reputación e identidad digital, d) alfabetización en tecnologías de información y comunicación para adaptar y utilizar diferentes aplicaciones, servicios y herramientas digitales, e) habilidades de aprendizaje para estudiar y aprender de manera efectiva en entornos tecnológicos, f) participación académica digital para intervenir en prácticas de investigación y profesionales que dependen de sistemas digitales, y finalmente, g) alfabetización informacional para interpretar, evaluar, gestionar y compartir la información.

A partir de esta revisión, es posible observar campos comunes transversales en torno a lo que proponen diferentes autores, resumidos en el siguiente conjunto de competencias:

- Alfabetización digital y competencias en uso de medios digitales y herramientas tecnológicas.
- Alfabetización informacional, creación de contenido educativo y gestión de la información.
- Competencias pedagógicas y de implementación de tecnologías y medios digitales en procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Capacidad de transferibilidad de conocimientos, habilidades y empoderamiento de estudiantes respecto del uso de herramientas digitales.
- Competencias comunicativas, uso de herramientas y medios digitales para la comunicación y colaboración con los estudiantes y entre pares.
- Competencia investigativa y participación académica digital.
- Competencias de gestión, organizativas y de uso de herramientas y plataformas digitales para el trabajo de facultades de educación superior. Así como el manejo administrativo del aula y el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Competencia de resolución de problemas a partir de medios digitales.
- Capacidades y habilidades en uso seguro y ético de medios digitales, y manejo de la propia identidad digital.

FORMACIÓN DOCENTE EN COMPETENCIAS DIGITALES

Smart Learning for Teacher Education- SLTE (Langset et al., 2017)

Esta propuesta de capacitación está diseñada para ser implementada a través de MOOC (cursos online masivos) con el fin de consolidarse como una plataforma permanente y de amplio acceso para los enseñantes. SLTE se implementa por medio de ‘workshops’ caracterizados por incluir procesos de colaboración, metacognición, modelamiento, aprendizaje auténtico, aprendizaje activo, y de construcción de puentes entre la teoría y la práctica, estando su última sesión orientada al reporte de acciones concretas en las que los participantes de la formación hayan tenido la

oportunidad de poner en acción sus aprendizajes. En este proceso los enseñantes son guiados por mentores que realizan un acompañamiento al proceso de enseñanza-aprendizaje, implementación de nuevos saberes y creación de ideas. Dentro de las principales líneas temáticas de esta propuesta curricular se encuentran: el uso de pizarras inteligentes, implementación de sistemas de respuesta de estudiantes en aula invertida, el uso de redes de aprendizaje en línea personales, prácticas de evaluación, entre otras (Langset et al., 2017).

Capacitación en educación digital (Balladares-Burgos, 2018)

El contenido de la propuesta formativa se divide en cuatro componentes: a) desarrollo de competencias digitales e informacionales, b) estrategias metodológicas en el aula virtual, c) estrategias comunicacionales usando web 2.0 y redes sociales, y d) estrategias informacionales. El primero de estos módulos se centra en el reconocimiento de la importancia de las tecnologías de información y comunicación, la exploración de los desafíos del docente universitario y el análisis de competencias digitales e informacionales. El módulo de estrategias metodológicas se aboca, particularmente, al diseño de tareas en el aula virtual y al desarrollo de conocimientos para utilizar herramientas como foros, chat, webquest, y wikis para los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación. En contraste a lo anterior, el componente de estrategias comunicacionales propone poner énfasis en la promoción de habilidades para utilizar blogs, e-portafolio y redes sociales para el aprendizaje, y el diseño de presentaciones efectivas por medio de las TIC. Finalmente, el módulo de estrategias informacionales se centra en habilidades para la investigación educativa, la originalidad de la producción académica y la utilización de herramientas de Google y Mundo App (Balladares-Burgos, 2018).

Programa de competencias digitales en docentes universitarios (Chou et al., 2017)

El modelo formativo se basa en la clasificación de competencias digitales docentes de UNESCO, e incluye sesiones de entrenamiento, tutorías, uso de tecnologías digitales, contenido web y redes sociales; estando compuesta por tres módulos nucleares.

El primer módulo denominado “Conocimiento y habilidades en aplicación de la ofimática” se concentra en desarrollar capacidades de comprensión y uso efectivo de tecnologías de información y comunicación, recursos y herramientas de software en el trabajo docente y académico. El segundo módulo “Producción de conocimiento con herramientas tecnológicas” se aboca a procesos de colaboración en proyectos y tareas que impliquen la utilización de TIC y medios digitales (por ejemplo, contenido multimedia, softwares profesionales, laboratorios virtuales, entre otros). El tercer módulo, denominado “Implementación de sistema de gestión de contenidos de

aprendizaje y trabajo colaborativo” concentra sus horas lectivas en la promoción de competencias en gestión de contenidos y trabajo colaborativo, particularmente, el diseño de recursos y ambientes digitales, su utilización para generar conocimiento, el desarrollo del pensamiento reflexivo y la creación de comunidades de conocimiento (Chou et al., 2017).

Propuesta con enfoque basado en problemas (Secil y Murat, 2020)

La capacitación se diseña a partir de un enfoque basado en problemas, guiándose por dos disyuntivas centrales: 1) la escasa adaptabilidad a ambientes de aprendizaje digital y mixto, y 2) la falta de prácticas y recursos compartidos en cursos determinados. Los autores proponen la implementación de esta formación a través de una modalidad híbrida y mediante workshops o talleres de discusión, aprendizaje colaborativo y de finalización de la formación. Cabe mencionar que, en cuanto a los contenidos, estos se dividen en dos fases: entrenamiento en adaptabilidad digital y actividades académicas de apoyo.

La primera sección se orienta a la capacitación para el desempeño eficaz en tareas cotidianas sobre el uso de componentes de sistemas digitales, así como la creación de recursos en línea y la elaboración de nuevos diseños sobre cómo transitar de los cursos presenciales a aprendizaje híbrido. La segunda sección, propone promover prácticas reflexivas en torno a educación y recursos abiertos, presencia online y la implementación de nuevos diseños y aplicaciones para mejorar los cursos (Secil y Murat, 2020).

Propuesta de curso de desarrollo online (Swaminathan et al., 2021)

El diseño de esta propuesta de capacitación se basó en metodologías de resolución de problemas y está estructurada para implementarse por medio de sesiones online sincrónicas y trabajo asincrónico mediante el trabajo en módulos digitales. La formación está compuesta por seis módulos. El primero, denominado “Introducción a la enseñanza en línea” se enfoca en la discusión de ventajas y desafíos de la enseñanza online, y a las reflexiones en torno a las experiencias previas de los enseñantes con “lo digital”; mientras que, el segundo módulo “Preparación de planificación de clases para sesiones en línea” se orienta al desarrollo de habilidades para planificar sesiones desde los principios del constructivismo y el diseño de Google Classroom. Con el objetivo de profundizar en lo anterior, el tercer módulo de la propuesta se orienta a la “Creación de Google Classroom”. El cuarto módulo busca promover habilidades y conocimientos para el diseño de videos, formularios, foros de discusión y grabación de pantalla “Creación de contenido digital”, mientras que, los últimos dos módulos se orientan a “Agendar sesiones de Google Meet para clases sincrónicas” y “Utilizar aplicaciones de gamificación”.

Hella Project: Digital literacy and information resources (Rintamäki, 2019)

La capacitación consiste en un workshop o taller intensivo de dos días, cuya metodología se basa tanto en el aprendizaje en equipos de trabajo, generando diseños de enseñanza eficientes y sustentables; como en la implementación y puesta en práctica inmediata de los aprendizajes en los contextos de desempeño del cuerpo docente. De esta manera, la propuesta formativa cuenta con cinco objetivos: 1) explicar el significado de recuperación de información en procesos de enseñanza-aprendizaje, 2) seleccionar, utilizar y evaluar recursos de investigación científica, 3) integrar la utilización y evaluación de información en la enseñanza, 4) apoyar y fomentar el uso y recuperación de información en estudiantes, y 5) poner en práctica las estrategias de ciencia abierta en enseñanza e investigación (Rintamäki, 2019).

A continuación, la Tabla 1, muestra una síntesis comparativa de las propuestas de programas de formación en competencias digitales docentes antes presentadas.

Tabla 1
Comparación de propuestas de formación en competencias digitales docentes

	Smart Learning for Teacher Education (MOOC)	Propuesta de curso de Educación Digital	Programa de formación de competencias digitales en docentes universitarios	Propuesta con enfoque basado en problemas en problemas	Propuesta de curso de desarrollo online	Hella Project: Digital literacy and information resources
Autores	Langset et al. (2017)	Balladares-Burgos (2018)	Chou et al. (2017)	Secil y Murat (2020)	Swaminathan et al. (2021)	Rintamäki (2019)
Objetivo	Promover el uso de tecnologías y medios digitales en facultades universitarias	Desarrollar competencias digitales e informacionales para el profesorado universitario	Preparación tecnológica de profesores universitarios. Promover cambios en la práctica docente	Promover y brindar estrategias para enfrentar las dificultades de docentes de educación superior para adaptarse a ambientes de aprendizaje digital	Desarrollar competencias en la creación y entrega de contenido digital utilizando Google Classroom y otras herramientas digitales	Desarrollar competencias informacionales, digitales y pedagógicas para utilizar los recursos digitales en procesos de enseñanza e investigaciones
Tipo de plataforma	MOOC	No menciona	No menciona	No menciona	Google Classroom	Moodle
Características	Colaboración, metacognición, multimodalidad, modelamiento, aprendizaje auténtico y participativo, evaluación y unir lo teórico con aspectos prácticos	Comunicación digital, innovación, investigación en tecnología educativa y diseño de actividades	Basado en el modelo de competencias digitales docentes de UNESCO	Propuesta basada en dos problemas: a) la escasa adaptabilidad a ambientes de aprendizaje digital y mixto, y b) falta de prácticas y recursos compartidos en cursos específicos	Diseño de curso basado en metodologías de resolución de problemas	Diseño de curso parte de la hipótesis que la alfabetización digital se refleja en su enseñanza y forma la alfabetización de estudiantes

<p>Método de implementación</p> <p>Workshop inicial con un módulo nuevo cada tres semanas. Workshop final para reportar aplicación de lo aprendido</p>	<p>Modalidad semipresencial compuesta por cuatro bloques; acompañamiento presencial y actividades virtuales</p>	<p>Uso de tecnologías digitales, entrenamiento, práctica, tutorías y contenido web, uso de redes con fines de gestión</p>	<p>Cursos híbridos, workshops de discusión y aprendizaje colaborativo. Grupos de discusión al finalizar la formación</p>	<p>Sesiones online sincrónicas a través de Google Meet y trabajo asincrónico en Google Classroom con módulos de formación.</p> <p>Workshop intensivo de dos días a través del modelo de enseñanza Carpe Diem, basado en aprendizaje en equipos de trabajo</p>
<p>Contenidos y módulos</p> <ul style="list-style-type: none"> Redes de aprendizaje online personales Atención y multitarea Prácticas de evaluación digital Sistema de respuesta de estudiantes en aula invertida Pizarras inteligentes, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> Estrategias metodológicas en el aula virtual Estrategias comunicacionales usando web 2.0 y redes sociales Estrategias informacionales 	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento y habilidades en aplicación de ofimática Producción de conocimiento con herramientas tecnológicas Implementación de sistema de gestión de contenidos de aprendizaje y trabajo colaborativo 	<ul style="list-style-type: none"> Entrenamiento en adaptabilidad digital Actividades académicas de apoyo 	<ul style="list-style-type: none"> Recursos abiertos de información digital y su uso de manera pedagógica Recursos informativos para disciplinas y enseñanza Recuperación, uso y evaluación de información como parte de la enseñanza, investigación y desarrollo Apoyar a estudiantes en su propia recuperación y uso de la información Utilizar recursos abiertos entre los participantes y aplicar modelos operativos para la enseñanza

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que, gran parte de la formación de docentes en competencias digitales se ha concentrado en competencias de alfabetización digital e informacional, competencias pedagógicas, y en algunos casos investigativa y comunicacional, relegando a un segundo plano el desarrollo de habilidades de gestión y organización, la resolución de problemas utilizando herramientas digitales, y conocimientos en torno al uso seguro y ético de medios digitales.

El problema de ello es que las competencias digitales docentes no se reducen al uso de tecnologías, creación de contenido y gestión de información, sino que, implican conocimientos, habilidades y actitudes hacia la investigación, transferibilidad de conocimientos, comunicación, gestión, resolución de problemas, responsabilidad y seguridad digital; todo lo anterior integrado al proceso de aprender.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los ciudadanos del siglo XXI enfrentamos desafíos propios de vivir en una sociedad en red, como es el estar expuestos a múltiples fuentes de información, vivir hiperconectados al mundo global, e interconectados a través de tecnologías, plataformas y redes sociales. Frente a este bombardeo de información, a nivel personal debemos ser capaces de encontrar un equilibrio entre estar en el presente o conectados virtualmente, lograr una coherencia entre la identidad presencial y la del mundo digital, como también, ser responsable sobre lo que se transmite e informa a través de estos medios. Al mismo tiempo, en el ámbito académico, requerimos competencias para buscar y seleccionar lo que nos resulta necesario y relevante, identificar si la información es fidedigna, rigurosa y proviene de una fuente confiable, o también, distinguir cuando una idea no es de elaboración propia y es honesto citarla adecuadamente.

Para cumplir con estos desafíos, en este artículo se propone avanzar hacia una educación tecnológica sustentable, donde se utilicen las TIC para gestionar procesos de pensamiento, generar conocimiento, crear e innovar. La formación en competencias digitales debe permitir al cuerpo docente utilizar la tecnología, plataformas y medios digitales en los procesos de enseñanza-aprendizaje, para resolver problemas, gestionar la información, transferir conocimientos, administrar espacios de trabajo e investigación (Dias-Trindade y Gomes, 2020). El objetivo es transformar a los docentes en personas capaces de gestionar y construir entornos digitales de aprendizaje con sus estudiantes y compañeros de trabajo, haciendo un uso crítico, ético, cooperativo y responsable de las tecnologías.

¿Cómo proporcionar espacios formativos integrales y efectivos para que los docentes desarrollen estas competencias? Las universidades necesitan diagnosticar el nivel de desarrollo en EdTech de sus docentes y planificar una formación diferenciada según el nivel de competencias inicial. Junto a ello, la capacitación se debe orientar al uso de las TIC como herramientas de mediación cognitiva, es decir, que los ayude a pensar, gestionar y crear conocimiento. Finalmente, el entrenamiento

debe ser auténtico y significativo, en la lógica de “aprender haciendo”, respondiendo a las necesidades y labores de los mismos académicos. Por ejemplo, que a través de las competencias desarrolladas, los docentes planifiquen un proceso de enseñanza-aprendizaje innovador, creando contenidos en alguna plataforma que ayude a los estudiantes a aprender de manera más autónoma, investiguen sobre estrategias que favorezcan el protagonismo de los estudiantes en sus cursos, elaboren cuestionarios online para indagar sobre diversos problemas que se puedan resolver a través de los contenidos enseñados en el curso, que los mismos docentes colaboren entre ellos en línea, a través de algún software, evaluando su trabajo, o bien construyan un blog con experiencias de aprendizaje de los estudiantes y un sistema digital de autoevaluación de su aprendizaje. Es decir, que los docentes, en la capacitación, ocupen las TIC para diseñar las asignaturas que imparten. Las diversas propuestas formativas aquí presentadas ilustran algunos de los ejemplos y elementos centrales que en conjunto podrían dar respuestas a estas necesidades de formación sustentable en EdTech.

La pandemia puso de manifiesto una brecha por cubrir, como también abrió los ojos de la humanidad sobre la necesidad de acercar las prácticas de enseñanza y aprendizaje a la racionalidad y ritmo del mundo virtual. La sociedad avanza al siglo XXI, pero la educación universitaria camina por otro carril. El dilema es que no podemos preparar a los ciudadanos del futuro con herramientas del siglo pasado. Aprender incluye dialogar y colaborar con otras personas, utilizando tecnologías y accediendo a redes de información online, ocupando artefactos, herramientas y materiales; limitar este proceso sólo a un individuo con su maestro, en presencialidad, con lápiz y papel, reduce el potencial cognitivo de los estudiantes y no los prepara para la vida.

REFERENCIAS

- Agreda, M., Hinojo, M., y Sola, J. (2016). Diseño y validación de un instrumento para evaluar la competencia digital de los docentes en la educación superior española. *Revista de Medios y Educación*, 49, 39-56. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i49.03>
- Albrahim, F. (2020). Online teaching skills and competencies. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 19(1), 9-20.
- Amhag, L., Hellström, L., y Stigmar, M. (2019). Teacher educators' use of digital tools and needs for digital competence in higher education. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(4), 203-220. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1646169>
- Balladares-Burgos, J. (2018). Diseño pedagógico de la educación digital para la formación del profesorado. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 1-20. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1.41>
- Built In (1 de diciembre de 2021). EdTech 101. <https://builtin.com/edtech>
- Caldevilla Domínguez, D., Barrientos Báez, A., y Parra López, E. (2020). Horizontes del mundo digital: de la simulación y la banalización de la experiencia, a un uso social, ecológico e innovador de la Sociedad Red. *CIC. Cuadernos de*

- Información y Comunicación*, 25, 269-277. <https://doi.org/10.5209/ciyc.68722>
- Chou, R., Valdés, A., y Sánchez, S. (2017). Programa de formación de competencias digitales en docentes universitarios. *Universidad y Sociedad*, 9(1), 81-86.
- Cutri, R. M., Mena, J., y Whiting, E. F. (2020). Faculty readiness for online crisis teaching: Transitioning to online teaching during COVID-19 pandemic. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 523-541. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1815702>
- Dias-Trindade, S., y Gomes, A. (2020). Digital teaching skills: DigCompEdu CheckIn as an evolution process from literacy to digital fluency. *Icono* 14, 18(2), 162-187. <https://doi.org/10.7195/ri14.v18i1.1519>
- García-Peñalvo, F., y Corell, A. (2020). La COVID-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior? *Campus Virtuales*, 9(2), 83-98.
- Guimaraes, I., Tejada, J., y Pozos, K. (2019). Formación docente para la educación a distancia: la construcción de las competencias docentes digitales. *Serie*, 24(51), 69-87. <http://doi.org/10.20435/serie-estudios.v24i51.1296>
- Habler, B., Nicolai, S., McBurnie, C., Jordan, K., Wilson, S., y Kreimeia, A. (2020). EdTech and COVID-19 response. Background Paper 3. Save Our Future. <https://saveourfuture.world/white-paper/> <https://doi.org/10.5281/zenodo.4118177>
- 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/3bonzx7>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2017). Marco común de competencia digital docente. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España. <https://aprende.intef.es/>
- Jisc (2014). Developing Digital Literacies. <https://www.jisc.ac.uk/guides/developing-digital-literacies#>
- Juan-Lázaro, O., y Area-Moreira, M. (2021). Gamificación superficial en e-learning: evidencias sobre motivación y autorregulación. *Revista de Medios y Educación*, 62, 146-181. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.82427>
- Langset, I., Jacobsen, D., y Haugsbakken, H. (2017). Digital professional development: towards a collaborative learning approach for taking higher education into the digitalized age. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 13(1), 24-39. <https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2018-01-03>
- Lohr, A., Stadler, M., Schultz-Pernice, F., Chernikiva, O., Sailer, M., Fischer, F., y Sailer, M. (2021). On powerpointers, clickerers, and digital pros: Investigating the initiation of digital learning activities by teachers in higher education. *Computers in Human Behavior*, 119, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106715>
- McGrath, C., y Akerfeldt, A. (2020). Educational technology (EdTech): unbounded opportunities or just another brick in the wall? En A. Larsson y R. Teigland (Eds.), *Digital Transformation and Public Services. Societal Impacts in Sweden and Beyond*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429319297-9>
- Mirrlees, T., y Alvi, S. (2020). *EdTech Inc: Selling, Automating and Globalizing Higher Education in the Digital Age*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429343940>
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L., y Morillo-Flores, J. (2020). La competencia digital en el docente universitario. *Propósitos y Representaciones*, 8(1), 1-13. <http://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.455>
- Pérez, L., Jordano, M., y Martín-Cuadrado, A. (2017). Los NOOC para la formación

- en competencias digitales del docente universitario. Una experiencia piloto de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). *Revista de Educación a Distancia*, 55(1), 1-35. <https://doi.org/10.6018/red/55/1>
- Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union.
- Renz, A., Krishnaraja, S., y Schildhauer, T. (2020, June). *A new dynamic for EdTech in the age of pandemics* [Paper Presentation] ISPIM Virtual 2020.
- Rintamäki, K. (2019). From Teachers to Students: Digital Literacy Course for University Teachers. *Qualitative and Quantitative Methods in Libraries*, 8(4), 457-477.
- Secil, T., y Murat, M. (2020). From traditional to open learning: digital transformation project. *Bulletin of the IEEE Technical Committee on Learning Technology*, 20(1), 12-16.
- Sharma, M. (2017). Teacher in a Digital Era. *Global Journal of Computer Science and Technology*, 17(3), 10-12.
- Sosa, M., y Palau, R. (2018). Flipped Classroom para adquirir la competencia digital docente: Una experiencia didáctica en la educación superior. *Revista de Medios y Educación*, 52, 37-54. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i52.03>
- Swaminathan, N., Govindharaj, P., Jagadeesh, N., y Ravichandran, L. (2021). Evaluating the effectiveness of an online faculty development programme for nurse educators about remote teaching during COVID-19. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 16(2), 268-273. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2020.11.003>
- Tobar, A. (2017). Índice de competencias TIC en docentes de educación superior. *Campus Virtuales*, 6(2), 113-125.
- Turpo-Gebera, O. Hurtado-Mazeyra, A., Delgado-Sarmiento, Y., y Pérez-Postigo, G. (2021). Satisfacción del profesorado con la formación en servicio online: aproximaciones desde la usabilidad pedagógica. *Revista de Medios y Educación*, 62, 39-70. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.79472>
- Valverde-Berrococo, J., y Balladares-Burgos, J. (2017). Enfoque sociológico del uso del b-learning en la educación digital del docente universitario. *Sophia: Colección de Filosofía de la Educación*, 23(2), 123-140. <https://doi.org/10.17163/soph.n23.2017.04>
- Vargas-Murillo, G. (2019). Competencias digitales y su integración con herramientas tecnológicas de educación superior. *Revista Cuadernos*, 60(1), 88-94.
- Vera, F. (2021). ¿Qué es EdTech? Integrando tecnología en la educación. En F. Vera (Eds.), *Cuando la tecnología irrumpe en la educación*. Red Internacional de Investigadores en Educación.
- Yurtseven, N., Sarac, S., y Akgun, E. (2021). Digital Skills for Teaching and Learning in Distance Education: An Example of a University in the Pandemic. *Eurasian Journal of Educational Research*, 94, 295-314. <https://doi.org/10.14689/ejer.2021.94.13>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 18/02/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 24/03/2022

Implications of Message Length and Delay in Undergraduate Online Discussions

Implicaciones de la extensión y demora de los mensajes en discusiones en línea con estudiantes de grado



- Inmaculada López-Francés - *University of Valencia (Spain)*
 Fran J. Garcia-Garcia - *University of Valencia, Nebrija University (Spain)*
 Bernardo Gargallo López - *University of Valencia (Spain)*
 Cristian Molla-Esparza - *International University of La Rioja (Spain)*

ABSTRACT

This study aimed at verifying the association of message length and delay in university online discussions with academic achievement and students' influence on their classmates. Forums in Moodle were designed, and asynchronous online discussions with first-year undergraduate students of Educational Sciences were conducted. We gained word count from the learning management system, the weekly delay in posting a message to the forum was regarded, and we assumed the students' grades to know their academic success. To obtain an indicator of influence, we conducted a social network analysis from the interactions that emerged from the online discussions. Then, we calculated the eigenvector centrality of each student once the debate had been completed. Results showed a low monotonic association between grades and the message words or the delay in posting. There was a slight trend to achieve more eigenvector centrality since students took more time to send a message and when messages were more synthetic. However, we did not obtain values in the coefficients that would allow us to infer a relevant association. The level of correlation detected for the grades was significant and, above all, regarding eigenvector centrality. We discussed the limitations of this study, the need for more research, and the implications for educational practice.

Keywords: discussion; social learning; didactic use of computer; educational technology; network analysis; university.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comprobar la relación de la extensión y la demora de los mensajes en discusiones en línea con la influencia entre estudiantes y el rendimiento académico en la universidad. Se diseñaron foros en Moodle y se llevaron a cabo discusiones asíncronas en línea con estudiantes de primer año de Ciencias de la Educación. Obtuvimos el recuento de palabras desde el sistema de gestión del aprendizaje, consideramos el retraso semanal para publicar mensajes en el foro y tomamos las calificaciones de los estudiantes para conocer su éxito académico. Para obtener un indicador de influencia, llevamos a cabo un análisis de redes sociales a partir de las interacciones en los debates. Después calculamos la centralidad de vector propio para cada estudiante, una vez finalizado el debate. Los resultados mostraron una correlación monotónica baja entre las notas y la extensión de los mensajes o el retraso en publicarlos. Hubo una ligera tendencia a conseguir más centralidad de vector propio a medida que se tardaba más en enviar un mensaje y cuando los mensajes eran más sintéticos. Sin embargo, no hubo valores en los coeficientes que permitieran inferir una asociación sustantiva. El nivel de correlación detectado para las calificaciones fue significativo, sobre todo para la centralidad del vector propio. Discutimos las limitaciones del estudio, la necesidad de más investigación y las implicaciones para la práctica educativa.

Palabras clave: discusión; aprendizaje social; uso didáctico del ordenador; tecnología de la educación; análisis de redes; universidad.

INTRODUCTION

Since the turn of the century, Higher Education institutions around the world have increasingly invested in educational technology and learning management systems (Bond et al., 2020; Müller & Wulf, 2020) and even more so in the Covid-19 pandemic (Abu Talib et al., 2021; Z. Chen et al., 2021). Asynchronous Online Discussion (AOD) is a didactic method used a little while back via Information and Communication Technologies, which has had an appreciable impact and usefulness (Andresen, 2009; Fehrman & Watson, 2020; Gao et al., 2013; Thomas, 2013).

Online discussion favors the development of complex learning at university (Jeong & Chiu, 2020; Tirado Morueta et al., 2016), increases student-student interaction (Almatrafi & Johri, 2019), helps establish networked learning communities (Saqr et al., 2020), and works for the social construction of knowledge (Al-Dheleai et al., 2020). The advantage of asynchronous debates is to give students time to learn about a discussion topic, build their position about it, and then offer an argued response to their classmates.

Moreover, several studies published in the last years analyzed the social networks that emerged from interaction during the AODs (e.g., Garcia-Garcia et al., 2021; Lee et al., 2021; Zou et al., 2021). The results from social network analysis (SNA) showed that AOD fosters learning how to influence other people through dialogue and deliberation, beyond disciplinary learning in a subject.

Despite the benefits of AOD, controversy has lately arisen in the academic community about the quantity versus quality of student activity on virtual platforms. One of the issues is that the time they spent online may have misled the results of the debates in previous studies (e.g., Campbell et al., 2008; Pulford, 2011). The problem with measuring online time is that it lacks relevant practical information to know the students' engagement or participation online. Another problem is that, while some research focused on message length to assess learning outcomes (e.g., Brooks & Bippus, 2012; Vázquez-Cano et al., 2015), we doubt whether the message length is associated with academic performance or influence on classmates.

This background led us to design and conduct a study to provide empirical evidence to confirm or rule out the importance of message length and delay in academic performance and student influence in undergraduate AODs.

LITERATURE REVIEW

The time spent online may be misleading the results of AOD

The latest reviews of AOD research (Almatrafi & Johri, 2019) revealed that the assessment of discussions often consists of counting the time spent online (Campbell et al., 2008; Pulford, 2011) or the number of posts (Saadatdoost et al., 2015). The problem is that these factors serve more to record the level of online activity than

to assess learning, especially connection time since we do not know the offline work time involved in writing a post. It is more, we cannot even be sure that students stay working the whole time logged into a learning management system like Moodle or Blackboard because we ignore what they might be doing behind the screen.

Although the time online and the number of posts require to manage digital skills, these skills are a condition to participating in AOD (Junus et al., 2019; Onyema et al., 2019) and do not constitute a learning outcome from the discussion. In any case, it would be reasonable to think that those students who post less frequently have invested more time in crafting the content of their messages, but we have no evidence about that. So far, some studies have analyzed the effect of the delay in posting messages to the forum, but it was the teacher's delay, not the students' (Mazzolini & Maddison, 2007). That led us to wonder if there is any relationship between the time it takes students to post and their academic performance or other learning outcomes.

We ignore whether message length is associated to academic performance

Research has long taken students' word count in forums to measure their interaction, engagement, and even performance (e.g., Brooks & Bippus, 2012; Vázquez-Cano et al., 2015). Many authors still consider word count as a relevant sample data and report it (e.g., Hülsmann & Shabalala, 2016; Sanganyado & Nkomo, 2018; Stephens et al., 2019). In fact, a recent study measured the number of words and assumed it was equivalent to students' social involvement in AODs (Law et al., 2020).

Concerning teamwork, we recognize that sentence length and message word count usually contribute to better team member performance (Ahuja et al., 2020), but that does not necessarily entail gains in the students' qualifications. It will depend on the assessment criteria and the aims of each subject at the university. Nor does performance on teamwork need to mean that students develop other individual aspects of their learning process at college, such as managing the information they share in discussion forums or the metacognitive skills to schedule their work.

Regardless of grades, another study found a significant difference in the variance of message length when students were informing their classmates and when they were referring to the task situation (Chávez et al., 2016). After all, it seems that certain words could predict academic achievement, especially when they have a relevant and qualitative connection to the discussion topic (Lin et al., 2020; Yoo & Kim, 2012, 2014).

Perhaps this is why some evidence showed that the number of words students write in an AOD predicts academic performance (Abe, 2020). Nonetheless, it would be necessary to conduct more correlation studies to reinforce the empirical evidence and verify that the results were not due to perturbing variables, such as the

importance of the words for the topic of discussion and the information shared in the posts.

The contribution of SNA to assess the student influence in AODs

Beyond grades, AOD involves a formative process based on constructivist pedagogy and the socio-cognitive approach. It develops higher mental functions from the student-student interaction (Bandura, 1986; Vygotsky, 1978), facilitating the accommodation of new ideas into prior cognitive structures (Ausubel et al., 1968; Greco & Piaget, 1959).

In this line, students learn when they give validity to the arguments of their peers (Habermass, 1984) and, therefore, the influence they exert on each other is a relevant factor to learn. However, students' grades and engagement (i.e., time spent online, number of posts, website visits, and similar factors) do not always reflect their influence on classmates. That may depend on the teacher's assessment criteria and the quality of the messages. Perhaps the length and delay of posts bear some association with student influence, independent of grades.

SNA provides metrics on the students' interaction patterns, which may be more or less active or isolated in the network (García-Álvarez et al., 2018). In particular, it allows assessing interaction from centrality metrics (da Silva et al., 2019; Lee et al., 2021; Zou et al., 2021), which indicate how much and in what sense each student's messages are important for their classmates. We have already taken centrality as an indicator of influence and proposed to use this information for formative objectives during a course (García-García et al., 2021).

Centrality indicates a location for each student relative to the network, and some centrality metrics report on the ability to influence the arguments of others. That does not mean that occupying a central position in the network ensures real student influence. That will depend on the content of the messages. A long post with hardly any information will influence without content. In other words, there will be a formal influence, but it will not change others' minds. Still, a central position makes it easier for students to influence the reasoning of others. Thus, in this study, we included centrality as a learning outcome from AOD, in addition to grades.

Research questions

This study aimed to test the hypothetical correlation of message length and delay in AODs with academic achievement and influence on classmates. We answered the following research questions (RQ).

- RQ1. Was the message word count associated with the students' grades?
- RQ2. Was the message word count associated with the students' centrality?
- RQ3. Was the delay in sending a message associated with the students' grades?
- RQ4. Was the delay in sending a message associated with the students' centrality?

METHOD

We designed a two-group posttest-only study because the focus was the association of message words and delay in sending with students' marks and their influence on classmates. The study focused on proving or ruling out the existence of correlations to optimize efforts for predictive designs in AOD research.

Sample and participants

The sample was 1283 messages by 93 students of Educational Sciences who participated in AODs during the first year of their undergraduate studies. The activity endured ten weeks for 48 of them and fourteen weeks for the others. The teachers moderated the debate and participated in the AODs only to initiate the discussion threads. We excluded the teachers' messages from the analysis.

All students were between 18 and 31 years old (Mean = 19.84, Standard deviation = 2.16). Seventy-seven of the students were female (82.80%), and the rest were male. We admitted the gender imbalance because it corresponded with the population data of our university. According to the institution's yearbook, more than 85% of the students enrolled in Educational Sciences were female during the last three academic years.

Table 1 shows the features of the sample. We reported median values and interquartile ranges instead of mean and standard deviation because data were not normally distributed, and we considered robust central tendency and dispersion measure more representative.

Table 1
Descriptive statistics

	Word count	Message delay	Grades	EV Centrality ^a
n	1283	1283	93	93
Median	103.0	110.0	7.000	0.238
IQR ^b	76.50	97.22	2.000	0.484
Minimum	8.000	0.000	4.000	0.000
Maximum	548.0	168.0	10.000	0.963
Shapiro-Wilk	0.8921	0.8781	0.924	0.900
<i>p-value</i>	4.831e-29	1.507e-30	4.272e-5	2.953e-6

^a Eigenvector centrality

^b Interquartile range

Learning environment

The teachers set up discussion forums in Moodle with a semi-structured format (Dommett, 2019; Hammond, 2019). The activity in the forums consisted of students following a discussion thread, posting comments on a lesson of the course. The contributions had to refer to other messages that classmates previously posted. The teachers used the Urkund system to detect plagiarism in each post and progressively penalized the students' marks from plagiarism higher than 15%.

It is probable that providing alerts, reminders, or somehow facilitating the activity in the forum help students read and respond to their peers more frequently (Wang & Yang, 2012). However, these automatic notifications could reduce their cognitive load and negatively affect their attention span (Sachdeva & Gilbert, 2020). Thus, we suggested the self-management of the activity and using the Moodle search engine to find messages of interest instead of providing any additional facilities. In doing so, we aimed to achieve the participation required for the proper development of the AOD (Hew & Cheung, 2008).

We also disabled the option to modify messages in the forum once posted, as we needed to assess the students' progress since the original posting date. The students had no access to their grades in the AOD nor to the overall qualifications of the course. Thereby this information could not influence their performance during the debate.

Procedure and data management

At the end of the semester, we downloaded the data of the posts directly from the forum in Moodle. With this procedure, we obtained the word count in each message and the grades, but not a score that would provide information on how long it took students to post their comments. Then, we calculated the message delay based on the minutes elapsed over the weeks in the range of 0-168 hours (one week).

We considered each week an isolated block of time, starting every Monday a new period to comment on the discussion topic and including weekends because some students found it easier to participate in the discussion on non-working days. We recommended they post at least once a week to encourage discussion.

The students had to include references to the previous remarks of their peers in the text they were posting every time. That allowed us to obtain an adjacency matrix with all interactions to analyze the network that emerged from the debate. The SNA provided centrality scores for each student that helped to detect candidates with a high capacity to influence the arguments of their classmates.

Data analysis

We first computed the students' centrality scores as an indicator of influence on their peers. Then, we assigned their marks and their centralities in the discussion networks to each post and conducted the correlation analysis. The following sections contain details on the SNA and the hypothesis testing.

Social Network Analysis

AODs generated social networks that made it possible to assess the students' connectivity. The simplest way to obtain centrality is to sum the number of links a node $v \in V$ had, with v being the node and V being the set of nodes in the network. That is known as degree centrality. These links are the degrees that each node had, representing the nodes to students. In a directed network such as the one we analyzed, there were in-degrees when the node was the final vertex of the link or edge and out-degrees when the node was the initial vertex.

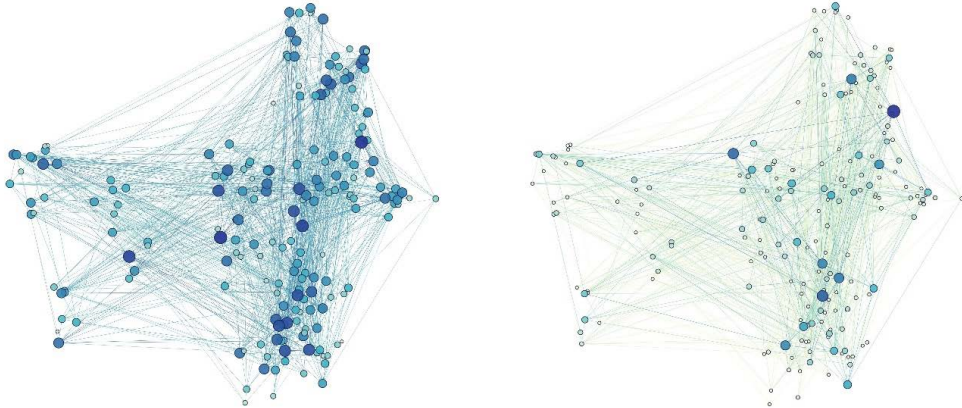
Still, we obtained the degree of connectivity of each person and used it to calculate their eigenvector (EV) centrality instead of degree centrality. We dispensed with degree centrality because it reflected only the number of connections when students addressed others –outdegree– or other classmates interpellated them –indegree– (Diestel, 2017). Instead, we took EV centrality as a reference because it corresponds to the principal eigenvector of the network adjacency matrix. Therefore, it provided more information about the influence that some students had on the insights of others during the discussion.

Figure 1 helps to understand the difference between the two concepts. It contains a random network with 200 nodes representing students who participate in an AOD with a .05 probability of connection. In the version on the left, the nodes with a higher degree appear painted in darker blue. The version on the right is the same but based on EV centrality instead of degree centrality.

Students with higher EV centrality interact with many peers who, in turn, are well connected to others within the online learning community (Negre et al., 2018; Newman, 2010). We used EV centrality to detect students who may spread their information successfully during the debate, sharing meaningful learning content with their peers.

We computed EV centrality from the product of Ax , with A being the adjacency matrix and x being the vector that resulted from the degree centralities of those students directly connected to a person (Bonacich, 1972; Sun & Tang, 2011). Thus, EV centrality correlates strongly with degree centrality, although it is somewhat more associated with indegree than with outdegree (He & Meghanathan, 2016; Valente et al., 2008), and considers the level of connection of the people to add or subtract weight to the value of the student-to-student links.

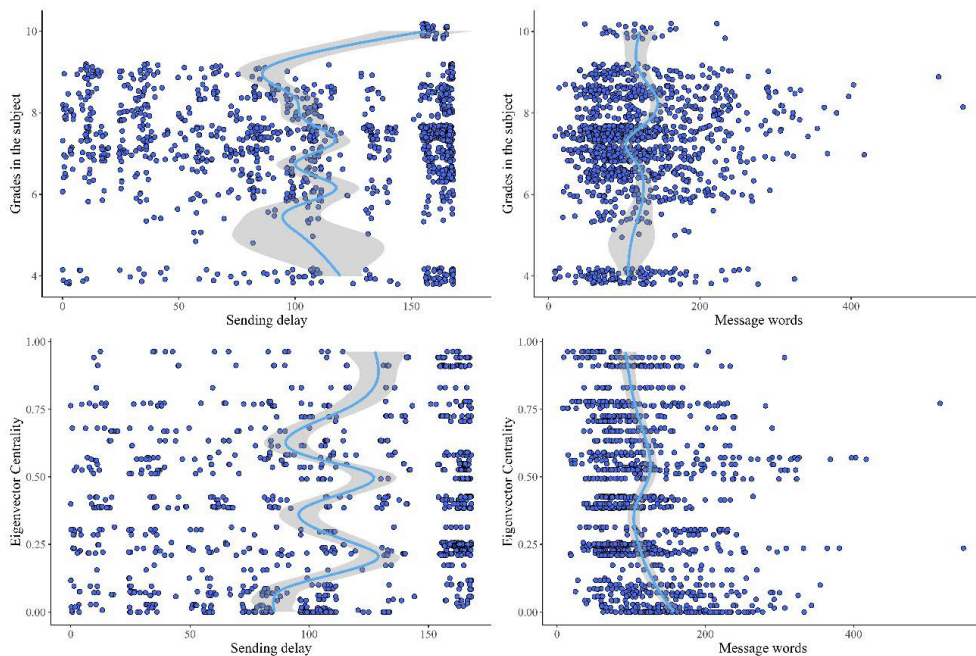
Figure 1
Degree and EV centralities



Correlation analysis

We obtained nonparametric correlation coefficients because of the non-compliance with the normality assumption, and in a preliminary exploration, we ruled out the possibility of a linear relationship. Figure 2 provides scatter plots from that exploration with smooth lines from estimates of the conditional mean function and 95% confidence intervals in grey for each pair of variables. Given the findings, we looked for evidence about monotonic relationships to assume or discard message words and the delay in sending as potential predictor variables for qualifications and influence on others during an AOD.

Figure 2
Preliminary exploration of the data



Considering that correlation coefficients would be low, we computed Vovk-Sellke Maximum p -Ratio (Sellke et al., 2001; Vovk, 1993) to report the likelihood of a particular p -value. The p -value gives the probability of obtaining results in a test that are at least as extreme as the results observed in the data, assuming the null hypothesis of no correlation is correct. When the p -value is small, an extreme outcome would be unlikely under the null hypothesis, and we then rule out the absence of correlation.

In other words, the p -value provides information about the probability of the data given a distribution. However, the Maximum p -Ratio provided information about how many times more likely a p -value is to occur under the alternative against the null hypothesis. That allowed us to discard message length and its delay in further studies on AOD with undergraduate students. In this case, the Maximum p -Ratio was based on the p -value, and the maximum possible odds in favor of the alternative hypothesis over null equals $1/(-e p \log(p))$ for $p \leq .37$.

RESULTS

Nonparametric tests revealed weak correlation coefficients. We detected a low association between grades and either the message words or the delay in posting. There appeared to be a slight tendency to achieve more EV centrality as students took more time to post their comments in the forum. We also found a weak trend to achieve more EV centrality when messages were more synthetic. However, we did not obtain values in the coefficients that would allow us to infer more than a low correlation in any of the four hypotheses.

The level of correlation detected for the grades was significant ($p < .05$), and even more so for the associations with EV centrality ($p < .001$). After computing the Maximum p -Ratio from the test for grades and message words, we found it was five times more likely for the p -value to occur under the alternative hypothesis against the null.

In the test for the correlation between the marks and the delay in sending a post, the p -value was seven times more likely, and it was much prominent in the tests for EV centrality. That means that there was a low correlation in both tests, and we can affirm it in a significant and likely assertion. Table 2 contains the correlation coefficients, two-tailed significance, and Maximum p -Ratio.

DISCUSSION

For decades, research on AOD sometimes assessed the engagement and outcomes of the students measuring the time they spent online (Campbell et al., 2008; Pulford, 2011) and the length of their messages (Brooks & Bippus, 2012; Law et al., 2020; Vázquez-Cano et al., 2015). Literature review showed that this practice would be controversial because it does not correctly reflect student learning outcomes (Almatrafi & Johri, 2019).

Our study provided empirical evidence pointing to a low association between message length and delay with academic achievement and the influence on classmates. Although the association was statistically significant, it was not of meaningful practical relevance. In the following sections, we suggest evidence-based guidelines for educational practice and discuss the limitations and implications of the study for future research.

Table 2
Correlation analysis

RQ		1	2	3	4
Contrast		Words - Grades	Words - Centrality	Delay - Grades	Delay - Centrality
Spearman	rho	.067*	-.229***	-.070*	.148***

RQ		1	2	3	4
Contrast		Words - Grades	Words - Centrality	Delay - Grades	Delay - Centrality
	95% CI ^b	.012, .121	-.280, -.176	-.125, -.016	.094, .201
	<i>p-value</i>	.017	1.094e-16	.012	1.095e-7
	VS-MPR ^a	5.272	9.150e+13	7.061	209577.175
Kendall	tau B	.046*	-.155***	-.052**	.098***
	95% CI ^b	.009, .083	-.191, -.119	-.089, -.014	.066, .130
	<i>p-value</i>	.021	2.273e-16	.009	1.799e-7
	VS-MPR ^a	4.61	4.494e+13	8.538	131675.226

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

^a Vovk-Sellke Maximum p -Ratio

^b 95% Confidence Interval

Implications for educational practice

The length of time an assignment lasts can affect student engagement in virtual learning environments. A recent study examined online teaching practices during the Covid-19 pandemic and found that the time elapsed between the beginning of the task and the last submission of the students was associated with academic performance (Schmitz & Hanke, 2021).

Indeed, student engagement influences academic achievement and motivation to learn and reduces apathy and dropout rates (Assunção et al., 2020; Maguire et al., 2017). However, our study showed the relationship between time and performance was scarce when we analyzed the delay in posting messages in an undergraduate online discussion.

Although we remain unaware of the students' work during the time they spend online, the findings showed that those who take longer to publish a post do not necessarily get better grades, nor do they have much more influence on others' arguments. Consequently, it makes no sense to encourage students to submit their posts earlier or later, believing that it will help them. They should meet deadlines when applicable, but the time they take to send a message will not improve their academic performance or the acceptance from the rest of the class.

Message length is also not an indicator of quality. We found a weak trend to achieve more EV centrality when messages were more synthetic, but it was slight ($r_s = -.229$, $p < .001$), and it would not be advisable to encourage students to write longer or shorter comments. Instead, it would be reasonable to teach them to write messages that make sense for the discussion topic and, if possible, that do not leave the discussion thread.

Previous studies reached similar conclusions in online activities (Jivet et al., 2020), particularly in online discussions using network analysis to assess outcomes (Amastini et al., 2020; Lahuerta-Otero et al., 2019). That reinforces the research pointing that only the number of words related to the discussion topic goes so far as to affect student performance (Lin et al., 2020; Yoo & Kim, 2012, 2014).

Limitations and emerging research

Measuring academic success from grades was somewhat limited. Students develop knowledge and skills aside from course objectives or assessment criteria and nevertheless are beneficial for professional development. Qualifications may reflect the adaptive ability of the students to the teachers' demands rather than the academic performance itself.

EV centrality is also not a thorough indicator of influence. It indicates a position in the network with vast possibilities to influence peers, but it may not include meaningful content to learn about the discussion topic. After all, SNA is increasingly used to analyze the spread of disease (Block et al., 2020; Silk et al., 2017) or organized crime networks (Bouchard, 2020; Burcher & Whelan, 2018), and situations of disrespect and aggression can occur in AODs (Yapici & Akbayin, 2012).

Students with a higher level of EV centrality could propagate this kind of content, thus exerting a negative influence. Teachers' modeling the forms of interaction (Choi & Johnson, 2005; Smet et al., 2010) and adopting strategies for moderating the debate (N.-S. Chen et al., 2011) should be enough to avoid these situations. However, mitigating negative behavior does not mean that the most influential students always share positive content or at least content that helps their classmates to learn about the discussion topic. Even so, EV centrality and grades provided a more complete and rigorous measure than other alternatives, such as self-report tests.

In this line, we consider it relevant to analyze the content of the messages and not only the structure of the networks, as pointed out by previous studies (García-García et al., 2021; Jan & Vlachopoulos, 2019). The content of the posts would be more effective than message length and delay in helping students to learn and exert a positive influence on others. Therefore, in future research on the impact of AOD on academic performance or student-student communication, word count or the delay in sending a post will be of little interest.

REFERENCES

- Abe, J. A. A. (2020). Big five, linguistic styles, and successful online learning. *The Internet and Higher Education*, 45, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2019.100724>
- Abu Talib, M., Bettayeb, A. M., & Omer, R. I. (2021). Analytical study on the impact of technology in higher education during the age of COVID-19: Systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 26, 6719-6746. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10507-1>
- Ahuja, R., Khan, D., Symonette, D., Pan, S., Stacey, S., & Engel, D. (2020). Towards the Automatic Assessment of Student Teamwork. *Companion of the 2020 ACM International Conference on Supporting Group Work*, 143-146. <https://doi.org/10.1145/3323994.3369894>
- Al-Dheleai, Y. M., Tasir, Z., & Jumaat, N. F. (2020). Depicting Students' Social Presence on Social Networking Site in Course-Related Interaction. *SAGE Open*, 10(1), 1-8. <https://doi.org/10.1177/2158244019899094>
- Almatrafi, O., & Johri, A. (2019). Systematic Review of Discussion Forums in Massive Open Online Courses (MOOCs). *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 413-428. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2859304>
- Amastini, F., Sari Kaunang, C. P., Nefiratika, A., Sensuse, D. I., & Lusa, S. (2020). Collaborative Learning in Virtual Learning Environment using Social Network Analysis: Case study Universitas Terbuka. In Institute of Advanced Engineering and Science (Ed.), *2020 7th International Conference on Electrical Engineering, Computer Sciences and Informatics (EECSI)* (pp. 262-269). IEEE. <https://doi.org/10.23919/EECSI50503.2020.9251904>
- Andresen, M. A. (2009). Asynchronous discussion forums: success factors, outcomes, assessments, and limitations. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(1), 249-257. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.12.1.249>
- Assunção, H., Lin, S. W., Sit, P. S., Cheung, K. C., Harju-Luukkainen, H., Smith, T., Maloa, B., Álvares Duarte Bonini Campos, J., Ilic, I. S., Esposito, G., Francesca, F. M., & Marôco, J. (2020). University Student Engagement Inventory (USEI): Transcultural Validity Evidence Across Four Continents. *Frontiers in Psychology*, 10, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02796>
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Prentice-Hall, Inc.
- Block, P., Hoffman, M., Raabe, I. J., Dowd, J. B., Rahal, C., Kashyap, R., & Mills, M. C. (2020). Social network-based distancing strategies to flatten the COVID-19 curve in a post-lockdown world. *Nature Human Behaviour*, 4(6), 588-596. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0898-6>
- Bonacich, P. (1972). Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *The Journal of Mathematical Sociology*, 2(1), 113-120. <https://doi.org/10.1080/0022250X.1972.9989806>
- Bond, M., Buntins, K., Bedenlier, S., Zawacki-Richter, O., & Kerres, M. (2020). Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: a systematic evidence map. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, 1-30. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0176-8>
- Bouchard, M. (2020). Collaboration and Boundaries in Organized Crime:

- A Network Perspective. *Crime and Justice*, 49, 425-469. <https://doi.org/10.1086/708435>
- Brooks, C. F., & Bippus, A. M. (2012). Underscoring the Social Nature of Classrooms by Examining the Amount of Virtual Talk across Online and Blended College Courses. *European Journal of Open, Distance and E-Learning* 2, 1, 1-8. <https://eric.ed.gov/?id=EJ979602>
- Burcher, M., & Whelan, C. (2018). Social network analysis as a tool for criminal intelligence: understanding its potential from the perspectives of intelligence analysts. *Trends in Organized Crime*, 21(3), 278-294. <https://doi.org/10.1007/s12117-017-9313-8>
- Campbell, M., Gibson, W., Hall, A., Richards, D., & Callery, P. (2008). Online vs. face-to-face discussion in a web-based research methods course for postgraduate nursing students: A quasi-experimental study. *International Journal of Nursing Studies*, 45(5), 750-759. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2006.12.011>
- Chávez, J., Montaña, R., & Barrera, R. (2016). Structure and content of messages in an online environment: An approach from participation. *Computers in Human Behavior*, 54, 560-568. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.046>
- Chen, N.-S., Kinshuk, Wei, C.-W., & Liu, C.-C. (2011). Effects of matching teaching strategy to thinking style on learner's quality of reflection in an online learning environment. *Computers & Education*, 56(1), 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.08.021>
- Chen, Z., Jiao, J., & Hu, K. (2021). Formative Assessment as an Online Instruction Intervention. *International Journal of Distance Education Technologies*, 19(1), 50-65. <https://doi.org/10.4018/IJDET.20210101.0a1>
- Choi, H. J., & Johnson, S. D. (2005). The Effect of Context-Based Video Instruction on Learning and Motivation in Online Courses. *American Journal of Distance Education*, 19(4), 215-227. https://doi.org/10.1207/s15389286ajde1904_3
- da Silva, L. F. C., Barbosa, M. W., & Gomes, R. R. (2019). Measuring Participation in Distance Education Online Discussion Forums Using Social Network Analysis. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 70(2), 140-150. <https://doi.org/10.1002/asi.24080>
- Diestel, R. (2017). *Graph Theory* (5th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53622-3>
- Dommett, E. J. (2019). Understanding student use of twitter and online forums in higher education. *Education and Information Technologies*, 24(1), 325-343. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9776-5>
- Fehrman, S., & Watson, S. L. (2020). A Systematic Review of Asynchronous Online Discussions in Online Higher Education. *American Journal of Distance Education*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/08923647.2020.1858705>
- Gao, F., Zhang, T., & Franklin, T. (2013). Designing asynchronous online discussion environments: Recent progress and possible future directions. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), 469-483. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01330.x>
- García-Álvarez, M. T., Novo-Corti, I., & Varela-Candamio, L. (2018). The effects of social networks on the assessment of virtual learning environments: A study for social sciences degrees. *Telematics and Informatics*, 35(4), 1005-1017. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.09.013>
- García-García, F. J., Moctezuma-Ramírez, E., Molla-Esparza, C., & López-Francés, I. (2021). Strategies based on social network analysis for enhancing the learning climate at universities. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 27, 33-46. <https://doi.org/10.7203/realia.27.18960>

- Greco, P., & Piaget, J. (1959). *Apprentissage et connaissance*. P.U.F.
- Habermass, J. (1984). *Theory of Communicative Action. Volume One: Reason and the Rationalization of Society*. Beacon Press.
- Hammond, M. (2019). A Review of Recent Papers on Online Discussion in Teaching and Learning in Higher Education. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 9(3), 9-23. <https://doi.org/10.24059/olj.v9i3.1782>
- He, X., & Meghanathan, N. (2016). Correlation of Eigenvector Centrality to Other Centrality Measures: Random, Small-World and Real-World Networks. *Proceedings of the 8th International Conference on Networks and Communications (NeCoM)*, 9-18. <https://doi.org/10.5121/csit.2016.61202>
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2008). Attracting student participation in asynchronous online discussions: A case study of peer facilitation. *Computers and Education*, 51(3), 1111-1124. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.11.002>
- Hülsmann, T., & Shabalala, L. (2016). Workload and interaction: Unisa's signature courses – a design template for transitioning to online DE? *Distance Education*, 37(2), 224-236. <https://doi.org/10.1080/01587919.2016.1191408>
- Jan, S. K., & Vlachopoulos, P. (2019). Social Network Analysis: A Framework for Identifying Communities in Higher Education Online Learning. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(4), 621-639. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9375-y>
- Jeong, A., & Chiu, M. M. (2020). Production blocking in brainstorming arguments in online group debates and asynchronous threaded discussions. *Educational Technology Research and Development*, 68, 3097-3114. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09845-7>
- Jivet, I., Scheffel, M., Schmitz, M., Robbers, S., Specht, M., & Drachler, H. (2020). From students with love: An empirical study on learner goals, self-regulated learning and sense-making of learning analytics in higher education. *The Internet and Higher Education*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2020.100758>
- Junus, K., Suhartanto, H., R-Suradujono, B. S. H., Santoso, H. B., & Sadita, L. (2019). The Community of Inquiry Model Training Using the Cognitive Apprenticeship Approach to Improve Students' Learning Strategy in the Asynchronous Discussion Forum. *The Journal of Educators Online*, 16(1), 1-17. <https://doi.org/10.9743/jeo.2019.16.1.7>
- Lahuerta-Otero, E., Cordero-Gutiérrez, R., & Izquierdo-Álvarez, V. (2019). Using Social Media to Enhance Learning and Motivate Students in the Higher Education Classroom. In L. Uden, D. Liberona, G. Sanchez, & S. Rodríguez-González (Eds.), *Communications in Computer and Information Science* (pp. 351-361). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20798-4_30
- Law, J., Barny, D., & Poulin, R. (2020). Patterns of peer interaction in multimodal L2 digital social reading. *Language Learning and Technology*, 24(2), 70-85. <https://doi.org/10.125/44726>
- Lee, D., Rothstein, R., Dunford, A., Berger, E., Rhoads, J. F., & DeBoer, J. (2021). "Connecting online": The structure and content of students' asynchronous online networks in a blended engineering class. *Computers & Education*, 163, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104082>
- Lin, Y., Yu, R., & Dowell, N. (2020). LIWCs the Same, Not the Same: Gendered Linguistic Signals of Performance and Experience in Online STEM Courses. In I. I. Bittencourt, M. Cukurova, K. Muldner, R. Luckin, & E. Millán (Eds.), *Artificial Intelligence in Education. 21st International Conference, AIED 2020, Ifrane, Morocco, July 6-10,*

- 2020, *Proceedings, Part I* (pp. 333-345). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52237-7_27
- Maguire, R., Egan, A., Hyland, P., & Maguire, P. (2017). Engaging students emotionally: the role of emotional intelligence in predicting cognitive and affective engagement in higher education. *Higher Education Research and Development*, 36(2), 343-357. <https://doi.org/10.1080/07294360.2016.1185396>
- Mazzolini, M., & Maddison, S. (2007). When to jump in: The role of the instructor in online discussion forums. *Computers and Education*, 49(2), 193-213. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.06.011>
- Müller, F. A., & Wulf, T. (2020). Technology-supported management education: a systematic review of antecedents of learning effectiveness. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, 1-33. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00226-x>
- Negre, C. F. A., Morzan, U. N., Hendrickson, H. P., Pal, R., Lisi, G. P., Loria, J. P., Rivalta, I., Ho, J., & Batista, V. S. (2018). Eigenvector centrality for characterization of protein allosteric pathways. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(52), E12201-E12208. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810452115>
- Newman, M. E. J. (2010). *Networks: An Introduction*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199206650.001.0001>
- Onyema, E. M., Deborah, E. C., Alsayed, A. O., Noorulhasan, Q., & Sanober, S. (2019). Online Discussion Forum as a Tool for Interactive Learning and Communication. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(4), 4852-4859. <https://doi.org/10.35940/ijrte.D8062.118419>
- Pulford, B. D. (2011). The influence of advice in a virtual learning environment. *British Journal of Educational Technology*, 42(1), 31-39. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.00995.x>
- Saadatdoost, R., Sim, A. T. H., Jafarkarimi, H., & Mei Hee, J. (2015). Exploring MOOC from education and Information Systems perspectives: a short literature review. *Educational Review*, 67(4), 505-518. <https://doi.org/10.1080/00131911.2015.1058748>
- Sachdeva, C., & Gilbert, S. J. (2020). Excessive use of reminders: Metacognition and effort-minimisation in cognitive offloading. *Consciousness and Cognition*, 85, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2020.103024>
- Sanganyado, E., & Nkomo, S. (2018). Incorporating Sustainability into Engineering and Chemical Education Using E-Learning. *Education Sciences*, 8(2), 1-11. <https://doi.org/10.3390/educsci8020039>
- Saqr, M., Viberg, O., & Vartiainen, H. (2020). Capturing the participation and social dimensions of computer-supported collaborative learning through social network analysis: which method and measures matter? *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 15(2), 227-248. <https://doi.org/10.1007/s11412-020-09322-6>
- Schmitz, B., & Hanke, K. (2021). Engage me: Learners' expectancies and teachers' efforts in designing effective online classes. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12636>
- Sellke, T., Bayarri, M. J., & Berger, J. O. (2001). Calibration of p Values for Testing Precise Null Hypotheses. *The American Statistician*, 55(1), 62-71. <https://doi.org/10.1198/000313001300339950>
- Silk, M. J., Croft, D. P., Delahay, R. J., Hodgson, D. J., Boots, M., Weber, N., & McDonald, R. A. (2017). Using Social Network Measures in Wildlife Disease Ecology, Epidemiology, and Management.

- BioScience, 67(3), 245-257. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw175>
- Smet, M. De, Keer, H. Van, Wever, B. De, & Valcke, M. (2010). Cross-age peer tutors in asynchronous discussion groups: Exploring the impact of three types of tutor training on patterns in tutor support and on tutor characteristics. *Computers & Education*, 54(4), 1167-1181. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.11.002>
- Stephens, G. C., Rees, C. E., & Lazarus, M. D. (2019). How does Donor Dissection Influence Medical Students' Perceptions of Ethics? A Cross-Sectional and Longitudinal Qualitative Study. *Anatomical Sciences Education*, 12(4), 332-348. <https://doi.org/10.1002/ase.1877>
- Sun, J., & Tang, J. (2011). A Survey of Models and Algorithms for Social Influence Analysis. In C. C. Aggarwal (Ed.), *Social Network Data Analytics* (pp. 177-214). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8462-3_7
- Thomas, J. (2013). Exploring the use of asynchronous online discussion in health care education: A literature review. *Computers and Education*, 69, 199-215. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.005>
- Tirado Morueta, R., Maraver López, P., Hernando Gómez, Á., & Harris, V. W. (2016). Exploring social and cognitive presences in communities of inquiry to perform higher cognitive tasks. *The Internet and Higher Education*, 31, 122-131. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.07.004>
- Valente, T. W., Coronges, K., Lakon, C., & Costenbader, E. (2008). How Correlated Are Network Centrality Measures? *Connections (Toronto, Ont.)*, 28(1), 16-26. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2875682/>
- Vázquez-Cano, E., Meneses, E. L., & Sánchez-Serrano, J. L. S. (2015). Analysis of social worker and educator's areas of intervention through multimedia concept maps and online discussion forums in higher education. *Electronic Journal of E-Learning*, 13(5), 333-346. <https://academic-publishing.org/index.php/ejel/article/view/1936>
- Vovk, V. G. (1993). A Logic of Probability, with Application to the Foundations of Statistics. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 55(2), 317-341. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1993.tb01904.x>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Wang, P. Y., & Yang, H. C. (2012). Using collaborative filtering to support college students' use of online forum for English learning. *Computers and Education*, 59(2), 628-637. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.007>
- Yapici, İ. Ü., & Akbayin, H. (2012). The Effect of Blended Learning Model on High School Students' Biology Achievement and on their Attitudes towards the Internet. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(2), 228-237. <http://www.tojet.net/articles/v11i2/11224.pdf>
- Yoo, J., & Kim, J. (2012). Predicting Learner's Project Performance with Dialogue Features in Online Q&A Discussions. In S. A. Cerri, W. J. Clancey, G. Papadourakis, & K. Panourgia (Eds.), *Intelligence Tutoring Systems. 11th International Conference, ITS 2012 Chania, Crete, Greece, June 14-18, 2012 Proceedings*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30950-2_74
- Yoo, J., & Kim, J. (2014). Can Online Discussion Participation Predict Group Project Performance? Investigating the Roles of Linguistic Features and Participation Patterns. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(1), 8-32. <https://doi.org/10.1007/s40593-013-0010-8>

Zou, W., Hu, X., Pan, Z., Li, C., Cai, Y., & Liu, M. (2021). Exploring the relationship between social presence and learners' prestige in MOOC discussion forums using automated content analysis and social network analysis. *Computers in Human Behavior*, 115, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106582>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 21/02/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 25/03/2022

Blended Learning y factores sociodemográficos en el aprendizaje del idioma inglés en educación media superior

Blended Learning and Sociodemographic Factors in Learning English as a Second Language in High School Education



- Edgar Alvarez-Castillo - *Colegio de Bachilleres del Estado de Chihuahua (México)*
 Javier Tarango - *Universidad Autónoma de Chihuahua (México)*
 Fidel González-Quiñones - *Universidad Autónoma de Chihuahua (México)*

RESUMEN

Los procesos educativos actuales exigen la renovación en formas de aprendizaje de los adolescentes, quienes demandan procedimientos efectivos y relevantes, especialmente basados en el uso de las tecnologías. El presente estudio experimenta el *Blended Learning* (BL) para fortalecer el aprendizaje del idioma inglés como segunda lengua y toma como referencia de aplicación dos grupos (experimental y de control) durante un semestre académico en instituciones públicas de educación media superior (EMS), ubicadas en Ciudad Juárez, Chihuahua, en la frontera México-Estados Unidos. Los resultados de la investigación se obtuvieron de la siguiente forma: (1) aplicación de una encuesta para identificar diversos factores sociodemográficos (sexo, nivel socioeconómico, tipo de familia, cantidad y tipo de miembros de la familia que hablan inglés, nivel de conocimiento del idioma, participantes que han residido y estudiado en Estados Unidos, tiempo promedio de uso de las TIC en idioma propio y en idioma inglés, pasatiempos en idioma inglés, y actividades laborales y de estudio); (2) comprobación de la efectividad académica del BL (grupo experimental) y del método tradicional (grupo de control); (3) análisis de resultados del grupo experimental a través de un pre-test y un post-test; y (4) estudio de posible influencia de los factores sociodemográficos en el desempeño académico de los participantes. La investigación concluye con la identificación de bondades del BL y cuestiona la influencia de diversos elementos del entorno social del estudiante en el logro del aprendizaje del idioma inglés.

Palabras clave: *blended learning*; medios de comunicación; tecnología educativa; teoría de la mediación; escuelas de educación media superior; aprendizaje de idiomas extranjeros.

ABSTRACT

Current educational processes require updating of adolescent learning methods, which demand effective and relevant procedures, especially based on the use of technology. This study tests Blended Learning (hereafter BL) as a means to strengthen learning English as a second language and takes as a reference of application two groups (experimental and control) during an academic semester in public institutions of high school education (EMS), located in Ciudad Juarez, Chihuahua, on the US-Mexico border. The results of the research were obtained as follows: firstly, the application of a survey to identify various sociodemographic factors (sex, socioeconomic level, type of family, number and type of family members who speak English, level of proficiency in English, language, participants who have lived and studied in the United States, average time of use of ICT in their language and English, hobbies in English, and work and study activities); secondly, the verification of the academic effectiveness of the BL (experimental group) and of the traditional method (control group); thirdly, the analysis of results of the experimental group through a pre-test and a post-test; and last and in fourth place, the study of the likely influence of sociodemographic factors on the academic performance of the participants. The research concludes with the identification of benefits of BL and challenges the effects of various elements of the student's social environment on the achievement of English language learning.

Keywords: blended learning; communication media; educational technology; mediation theory; high schools; foreign language learning.

INTRODUCCIÓN

Durante todos los períodos de la vida, el proceso de aprendizaje juega un papel importante en el desarrollo del individuo. No obstante, se considera que esta clase de procesos son más complejos durante la adolescencia. Esto es debido a que las circunstancias que experimenta el sujeto están relacionadas con las emociones y se encuentra en un proceso de experimentación de nuevas experiencias sociales. Además, el desarrollo de habilidades sociales se basa en actitudes, deseos, opiniones y aceptación de puntos de vista del propio sujeto y, preponderantemente, de quienes lo rodean y, con ello, es posible representar la necesidad de una confluencia de metodologías educativas (Xin y Zhongboa, 2021).

Regularmente, cuando se habla de procesos de aprendizaje en adolescentes, se examina como un escenario complejo por naturaleza, esto por la edad y condiciones emocionales del estudiantado. No obstante, en tiempos recientes, se han tratado de encontrar aspectos positivos tomando una especial atención a que en la actualidad existen múltiples valoraciones, tales como el acceso a las tecnologías como principal elemento y la factibilidad de generar con mayor facilidad procesos didácticos interactivos y virtuales (Rachmawati et al., 2021).

Las generaciones jóvenes actuales tienen formas distintas a los adultos para establecer relaciones sociales. Así también, han surgido formas de aprendizaje diferentes. Los comportamientos de los adolescentes son singulares en la medida como se generan nuevos grupos de amistades, acceso a personas conocidas y desconocidas, así como las maneras de rompimiento de las relaciones son distintas e, incluso, se encuentran nuevas formas de comportamiento en el acceso a situaciones como entrevistas, acercamientos afectivos y adquisición de conocimientos, por mencionar algunas. En este sentido, debe entenderse que las relaciones sociales para los adolescentes se convierten en fundamentales.

En la actualidad, existen una serie de críticas a las maneras tradicionales de desarrollar los procesos educativos, los cuales en general se contemplan que, hasta cierto punto, han adquirido un nivel de obsolescencia desde tiempos ya pasados y se consideran de poca relevancia, tanto los contenidos como las formas como estos se transfieren. Por lo tanto, existe necesidad de garantizar en los adolescentes aprendizajes efectivos y relevantes, especialmente con miras a identificar potencialidades en cada individuo, tanto para su actividad de formación profesional futura como para enfrentar los retos del mercado laboral (Sáinz Manzanares et al., 2017). Las estrategias de enseñanza y aprendizaje usando las TIC son fundamentales para el desarrollo de procesos educativos atractivos, situación que ha provocado múltiples aristas para la generación de nuevas investigaciones.

Para el caso de esta propuesta investigativa, el estudio se desarrolló durante el semestre académico de agosto-diciembre de 2019, previo a los acontecimientos de la pandemia del COVID, por lo que la búsqueda de alternativas innovadoras sucedió como un mecanismo hacia la mejora y no como una acción emergente forzada

por circunstancias no previstas. Su propósito principal se centra en la búsqueda de nuevas formas de aprendizaje del estudiantado, específicamente en el área del aprendizaje del idioma inglés en educación media superior (EMS), probando la efectividad del BL en comparación con el modelo tradicional, además de analizar los resultados académicos influenciados por diversos factores sociodemográficos del ambiente personal y familiar del estudiantado.

La búsqueda de alternativas hacia el aprendizaje usando BL proviene de los siguientes cuestionamientos investigativos en relación con las condiciones actuales de la EMS: (1) ¿Es factible la implementación de la metodología de BL de forma eficiente en ciclos escolares completos con resultados académicos favorables?; (2) ¿Cuál es la forma de influencia de diversos aspectos sociodemográficos del ambiente en que se desenvuelven los estudiantes en su desempeño académico?

ACTUALIDAD Y BENEFICIOS DEL MÉTODO DE BLENDED LEARNING EN EDUCACIÓN

Uno de los aspectos actuales que forman parte del desarrollo educativo son los contextos relacionados con la globalización. Por tanto, las instituciones educativas deben adecuarse a las condiciones de la internacionalización, lo cual implica brindar una formación integral a los estudiantes, buscando desarrollar competencias como el uso de la tecnología y el conocimiento de una segunda lengua (Mulyadi et al., 2020).

En este contexto es que se considera al BL como un método ideal para lograr ambos propósitos, ya que esta clase de alternativas van más allá de los meros motivos economicistas o de mercado (Krismadinata et al, 2020). Esta alternativa pedagógica llamada BL representa un panorama presente y futuro flexible y adaptable progresivamente a lo que el estudiante necesita, propiciando un aprendizaje activo, flexible, personalizado de ambientes virtuales y presenciales de forma combinada.

Debe reconocerse que el BL no es un término que aparece de pronto como un modelo novedoso, sino que, al contrario, guarda su propia historia que ha llevado a su construcción conceptual. Las tecnologías se vienen usando en educación, primero como sistemas englobados bajo el término de Enseñanza Asistida por Ordenador, luego se incorporaron los discos compactos (CD) originando así el término de Multimedia Educativa y que originó la inclusión de imágenes, videos, textos, etc., posteriormente emerge el Internet, lo que más adelante crea el *e-Learning*, con lo que surgen los ambientes de enseñanza y aprendizaje sin necesidad de coincidir en tiempo y espacio (modelos asincrónicos). Finalmente, aflora la necesidad de reconocer que no todo es correcto ni favorable en utilizar únicamente modelos virtuales, sino que se vuelve necesario considerar una regresión a lo tradicional combinado con la tecnología, cuyo resultado es el BL (Llamas Nistal, 2006; Semanate-Quíñonez et al., 2021).

La combinación entre los elementos tradicionales y virtuales pareciera un retroceso, sin embargo, personalizar los contenidos educativos incide en la motivación estudiantil, mejorando las evaluaciones (Maureira-Cabrera et al., 2020). Esta situación se presenta, especialmente cuando se inicia la incorporación de elementos educativos que fueron despersonalizando los procesos educativos como los tutores inteligentes y otras herramientas, lo cual desplazó el papel del profesor (Ordóñez, et al., 2018). Por otra parte, deben considerarse los procesos de internacionalización para formar a los estudiantes y profesores, a través de las nuevas tecnologías, y el uso del e-Learning y BL son los medios ideales para lograrlo, incluso con menos recursos, además, se recomienda la incorporación de aprendizaje colaborativo (Domagała-Zysk, 2009; Silva-Peña et al., 2013; Rahayul e Iswaril, 2021).

Los diseños de BL basan su éxito en los apoyos directos e indirectos de las instituciones, con lo cual demuestran su competencia tecnológica a nivel estructural, sin embargo, tales factores no influyen sobre el modelo pedagógico en sí, ya que su transformación al migrar hacia el uso de las TIC demanda, además, la implementación de estrategias de innovación, cooperación y construcción compartida del conocimiento (Tirado-Morueta, et al., 2011). Para lograr tal modernización se deben contemplar las bases de las teorías actuales del aprendizaje, la didáctica situada y su contexto, así como todo aquello asociado a la definición de estrategias que utilicen las TIC (Maldonado y Etcheverry, 2013), lográndose incluso con ello, el desarrollo de aspectos formativos necesarios para contribuir a la alfabetización científica (Gunawan et al., 2021).

A continuación, se resumen diversas bondades del BL, identificadas en la literatura científica reciente:

- a. Ofrece enfoques colaborativos más desarrollados en comunidades virtuales que el mismo *e-Learning*, ya que se promueve la existencia de presencia social, cognitiva e instruccional, así como la apropiación de diversos elementos cognitivos (Ibáñez-Cubillas et al., 2018).
- b. Emerge como una modalidad con identidad propia, que fluye por medio de escenarios virtuales y presenciales, donde se muestra una progresiva evolución social, tecnológica y cultural hacia la convergencia (Turpo Gebera, 2013a).
- c. El aprendizaje se genera cuando por medio de la mutua colaboración, se propicia el intercambio de conocimientos, trascendiendo a una simple acumulación de información, tanto para el docente como para el estudiante (Benítez González, 2016).
- d. Sus diseños instruccionales funcionan igualmente en procesos pedagógicos en cualquier nivel educativo formal y en otros procesos empresariales para capacitación de personal en habilidades técnicas como en ventas, comunicación y evaluación de conocimientos, por mencionar algunas (Cervantes Lazzeri et al., 2017).

- e. Existe la posibilidad de demostrar estadísticamente la funcionalidad del método a través de exámenes pre-test y post-test y además de aspectos cualitativos (Alducin-Ochoa y Vázquez-Martínez, 2014).
- f. Permite mejorar los procesos de reestructuración de la enseñanza, acorde a las necesidades formativas a través de los principales actores (docentes, estudiantes y autoridades educativas) (Hinojo et al., 2009; Turpo Gebera, 2013b).
- g. Existe relevancia de los foros virtuales para enriquecer experiencias al intercambiar ideas, ejercer el derecho de opinión de los estudiantes y la reflexión sobre contextos específicos que permite mejorar el proceso de enseñanza (González Moreno, 2011; Antúnez Sánchez et al., 2014).
- h. Permite la evolución de los modelos de tipo tradicional, sin separarse de las sesiones presenciales y fortaleciendo los entornos de aprendizaje por medio del uso de las TIC (Contreras Bravo et al., 2011; Bernal Ponce y Canseco Saint-André, 2021).
- i. Se empodera a investigadores y educadores en innovación en procesos de enseñanza y aprendizaje a través de procesos abiertos y flexibles, sin afectar su calidad. Además, permite la inclusión de formas de revisión de actividades académicas, incluir exámenes diagnósticos y de conocimientos, lo que provoca la adaptación a nuevos rasgos culturales de la educación (Sandanayake, 2019).
- j. La percepción de los estudiantes hacia el método es positiva, especialmente en las facilidades de acceso, éxito y perspectiva en sus entornos de aprendizaje (Dziuban et al., 2018). Estas concepciones son igualmente aceptadas por los docentes en relación a su participación dentro de procesos de BL (Yarborough, 2021).
- k. Facilita la actualización de mallas curriculares, la transformación de la oferta educativa y el cambio metodológico en la enseñanza, con lo cual se propicia la reestructura de la visión estratégica de los modelos educativos (Vera, 2018).
- l. Genera condiciones para la interacción entre docentes y estudiantes, permitiendo desarrollar habilidades cognitivas, competitivas, pensamiento crítico y aprendizaje para solucionar problemas de forma constructiva (González Aldana et al., 2017).
- m. Logra la dualidad pedagógica y tecnológica, que combina la enseñanza tradicional y la enseñanza basada en el uso de las TIC (Vásquez Astudillo, 2017).
- n. El BL ha sido un medio catalizador de las habilidades lingüísticas, permitiendo el aprendizaje autónomo en la enseñanza de los idiomas (Jiang et al., 2021).

Tanto el BL como el *e-Learning* posibilitan el desarrollo de procesos educativos masivos, conocidos como Massive Open Online Courses (MOOC), lo cual permite llegar a amplias poblaciones matriculadas (Bralić y Divjak, 2018), sin embargo, tales procedimientos educativos no están exentos de la crítica, al considerarlos limitados en su propia epistemología, énfasis excesivo en métodos cualitativos, uso desmesurado de métodos sobre-empíricos, ausencia de casos de estudio, mala

concepción de la aplicación de la computación en educación, excesiva concentración en programas educativos de determinado nivel, tratamiento superficial en la distinción entre aprendizaje y retención y ausencia de atención en algunas de las variables del aprendizaje, entre otros (Seraji et al., 2019).

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Aplicar la metodología del BL para identificar mejoras académicas a través de niveles de calificaciones dentro de la EMS, especialmente en la enseñanza del idioma inglés como segunda lengua, comparando los resultados obtenidos con el desempeño observado a través del método tradicional, relacionando los resultados con diversos aspectos sociodemográficos del ambiente personal y familiar de los participantes en el estudio.

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación se basa en lo siguiente:

- a. Propósito o naturaleza del estudio: tipo investigación aplicada.
- b. Objetivo del estudio y tipo de análisis: cuantitativo.
- c. Análisis del fenómeno y nivel de profundidad: descriptivo.
- d. Características del objeto de estudio: cuasiexperimental.
- e. Período de tiempo: transversal.
- f. Recopilación de la información: de campo.

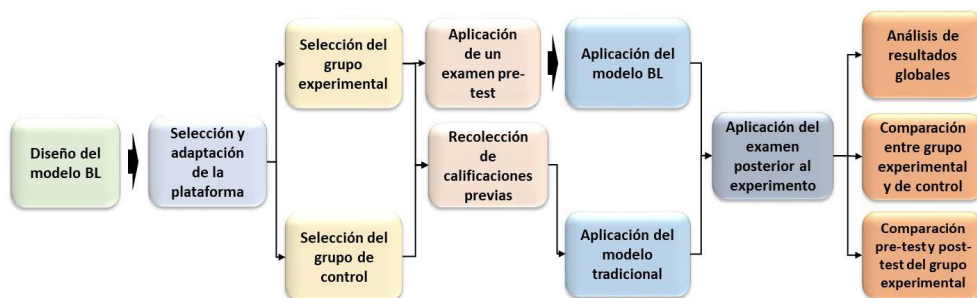
Para el desarrollo de la investigación en relación con probar los efectos académicos del BL en el aprendizaje del idioma inglés como segunda lengua, se eligieron dos grupos de estudio: el grupo experimental (50 participantes), quienes participaron a través del BL y el grupo de control (42 participantes), los cuales atendieron sus clases por medio del método tradicional, ambos grupos, en circunstancias similares, cursaron la materia de capacitación de inglés “Diseño de anuncio publicitario” en dos distintos planteles ubicados en Ciudad Juárez, Chihuahua, México del Colegio de Bachilleres del Estado de Chihuahua (COBACH), institución pública de EMS.

En el proceso de elección del grupo de control y grupo experimental, se seleccionaron aquellos que mostraran mayor similitud en desempeño académico en la materia de inglés en el semestre anterior (promedio de calificaciones) y se aplicó un instrumento tipo encuesta con el fin de identificar diversas variables sociodemográficas, tales como: sexo, condición socioeconómica, estructura de la familia (forma y relación con el idioma inglés), residencia y atención de estudios escolares en Estados Unidos, relación con las TIC (por tipo e idioma) y actividades principales del estudiante (solo estudia y estudia-trabaja).

La instrucción de la clase en el grupo experimental usando BL recurrió al uso de la plataforma English Discoveries de Edusoft Ltd., subsidiaria de Educational Testing Services (ETS), creadora de los exámenes TOEFL® y TOEIC®. Con el involucramiento de docentes de la institución participante, la plataforma se adecuó al plan de estudios vigente a través del diseño de actividades académicas (videos, audios y actividades integradoras con ejercicios de diferentes baterías para su resolución) y formas de socialización del aprendizaje de manera colaborativa a través de foros. En el caso del grupo experimental, se aplicó un examen diagnóstico tipo pre-test del idioma inglés conocido como Average Test y se compararon sus resultados con la calificación obtenida en el curso usando BL (post-test), en ambos casos se utilizaron instrumentos previamente validados tanto por la propia plataforma como por diversos procesos académicos de la institución participante en el estudio.

Con el propósito de hacer explícito el proceso que se siguió en la investigación, se incluye un modelo conceptual simplificado, en el cual, se presenta de forma lógica los procedimientos generales seguidos en la investigación (Figura 1)

Figura 1
Modelo conceptual simplificado



ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de resultados se compone de los siguientes apartados: (1) comparación de rendimiento académico y de variables sociodemográficas entre el grupo de control y el grupo experimental; y (2) comparación de resultados del grupo experimental según pre-test y post-test, así como su comparación con las variables sociodemográficas estudiadas.

Comparación de resultados entre el grupo experimental y el grupo de control

Este apartado se inicia con un Análisis de Varianza de un Factor, en donde los estadísticos descriptivos muestran que la media de calificaciones del grupo experimental resultó ser de 96.20 (sobre la base de 100 como calificación máxima), con una desviación estándar de 9.0; mientras que, para el grupo de control, la media de calificaciones resultó de 88.33 y la desviación estándar de 11.4 (Tabla 1).

Tabla 1

Comparativo de calificaciones entre el grupo experimental y de control en la materia de inglés

Grupos	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Grupo experimental	50	96.20	9.010	1.274	93.64	98.76	60	100
Grupo de control	42	88.33	11.459	1.768	84.76	91.90	70	100
Total	92	92.61	10.881	1.134	90.36	94.86	60	100

En este análisis se contrastan las muestras, para lo cual se realizó una prueba de hipótesis sobre medias para dos muestras independientes, bajo el supuesto de que ambas proceden de dos subpoblaciones en que la media es la misma. En este caso, ante la afirmación de que las calificaciones en el grupo experimental y el grupo de control son iguales, tal situación no sucedió. La regla de decisión indica que “si el valor probabilístico (Sig de F) asociado al estadístico de prueba F es menor que el nivel de significancia (en este caso .05) se rechaza la hipótesis nula a dicho nivel” y solamente que se haya rechazado esta hipótesis, es decir que se hayan encontrado diferencias significativas entre ambos grupos procede una prueba de separación de medias para distinguir cual presentó calificación más alta.

En este caso, la prueba de Levene sobre homogeneidad de varianzas arrojó una Sig de .005 que es el valor asociado al estadístico de contraste y resulta menor que .05 para un nivel de confianza del 95% por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas lo cual significa que para realizar el Análisis de Varianza no se cumple el supuesto de homogeneidad y por lo tanto las conclusiones de esta prueba no serían válidas.

El análisis comparativo entre las condiciones del grupo experimental y de control sobre similitudes y diferencias entre las 12 variables sociodemográficas estudiadas, cuyos datos fueron recolectados a través de una encuesta, se concentran en la Tabla 2.

Tabla 2

Comparativo de variables sociodemográficas entre el grupo experimental y de control

Variable sociodemográfico	Categoría	Grupo Experimental (porcentajes)	Grupo de control (porcentajes)
Sexo	Masculino	30	31
	Femenino	70	69
Nivel socioeconómico	Muy bajo	2.0	7.1
	Bajo	14.0	54.8
	Medio bajo	36.0	28.6
	Medio	22.0	7.1
	Medio alto	26.0	2.4
Tipo de familia	Ambos padres	74.0	64.3
	Padre o madre	16.0	31
	Otros familiares	4.0	2.4
	Madre o padre vuelto a casar	6.0	2.4
Cantidad de miembros de la familia que hablan inglés	Ningún miembro de la familia	8.0	33.3
	1 a 2 miembros de la familia	56.0	47.6
	3 a 4 miembros de la familia	32.0	11.9
	5 o más miembros de la familia	4.0	7.1
Tipo de miembros de la familia que hablan inglés	Ambos padres	8.0	2.4
	Hermanos	30.0	9.5
	Padre o madre	32.0	81.0
	Todos los miembros de la familia	30.0	7.1

Variable sociodemográfico	Categoría	Grupo Experimental (porcentajes)	Grupo de control (porcentajes)
Nivel de conocimiento del idioma inglés	Nulo o pésimo	S.D.	33.3
	Deficiente	12.0	14.3
	Regular	32.0	23.8
	Bueno	40.0	23.8
	Excelente	16.0	4.8
Estudiantes que han residido en Estados Unidos	Si	12.0	7.1
	No	88.0	92.9
Estudiantes con formación académica previa en Estados Unidos	Si	8.0	S.D.
	No	92.0	100.0
Tiempo promedio de uso de las TIC	1 a 2 horas diarias	4.0	21.4
	3 a 4 horas diarias	48.0	47.6
	5 o más horas diarias	48.0	31.0
Tiempo promedio de uso de las TIC en inglés	Ninguno	6.0	9.5
	1 a 2 horas diarias	48.0	66.7
	3 a 4 horas diarias	36.0	16.7
	5 o más horas diarias	10.0	7.1
Pasatiempos en idioma inglés a los que se dedica más tiempo	Redes sociales	50.0	42.9
	Televisión	30.0	14.3
	Videojuegos	8.0	11.9
	Lectura electrónica	2.0	4.8
	Otros	8.0	26.2
	Foros	2.0	S.D.
Actividades laborales y de estudio	Estudia	78.0	78.6
	Estudia y trabaja	22.0	21.4

Comparación de resultados del grupo experimental según pre-test y post-test

El análisis comparativo sucede entre los resultados del pre-test (calificación en el examen Average), cuya media fue de 89.26 con una desviación típica de 9.866 y del post-test (calificación en la asignatura de inglés), donde se observa una media de 96.20 y desviación típica de 9.010, ambas calificaciones sobre la base de 100, con lo cual se demostró un avance de 6.6 puntos entre ambos exámenes, lo que

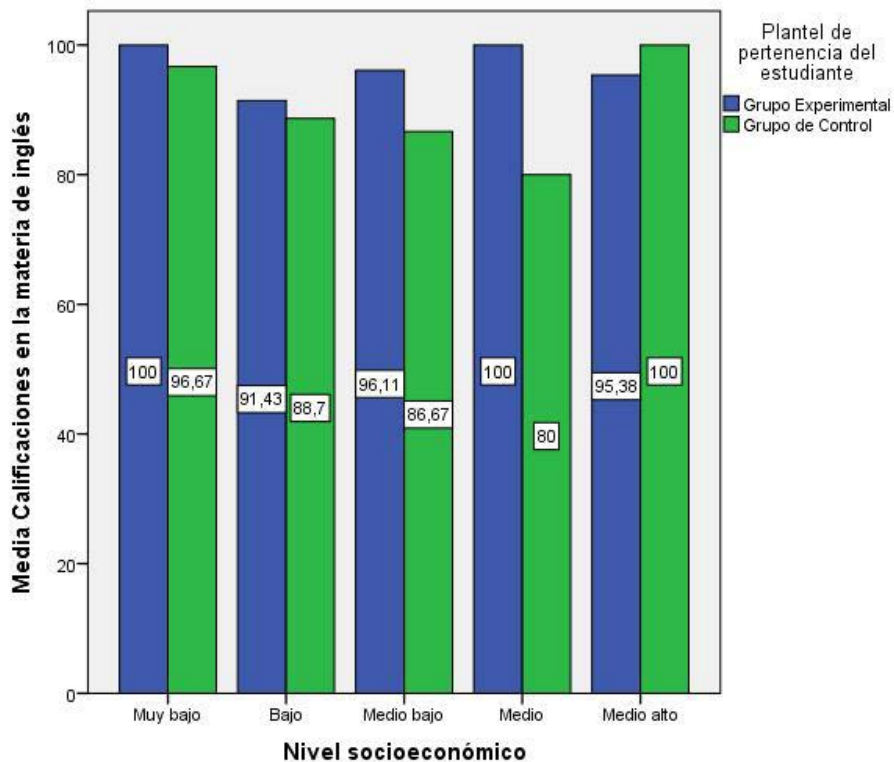
representa un avance sustancial en el aprovechamiento académico general del grupo experimental a través del uso del BL.

Respecto a los comportamientos académicos (pre-test y post-test) en relación con los indicadores sociodemográficos, se observó lo siguiente:

Sexo. En ambos sexos se mostró un incremento en el desempeño académico, siendo notoria la diferencia a favor del femenino. El sexo masculino observó un promedio en el pre-test de 86.07 y en el post-test fue de 90; en el sexo femenino se observó un 90.63 en el pre-test y un 98.86 en el post-test. Este tipo de situaciones resultan frecuentes en la educación pública a nivel medio superior en México, donde, no solo prevalece la población femenina, sino que existe una demostración mayor en la búsqueda del logro educativo y en la continuidad en la educación superior, mayormente marcada en las mujeres en relación con el estudiantado del sexo masculino.

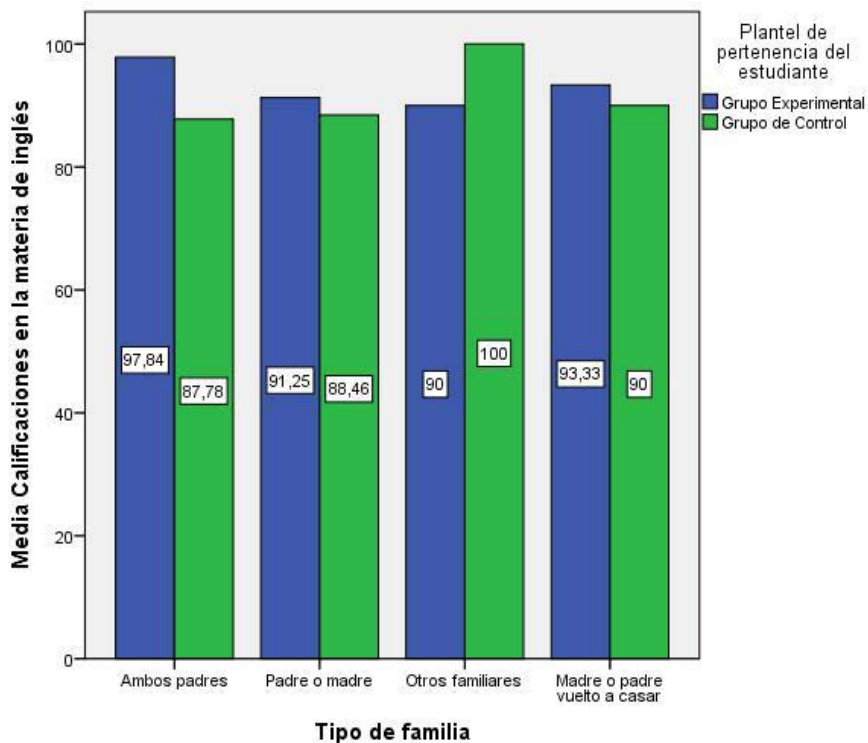
Nivel socioeconómico de los estudiantes. Para identificar esta variable socioeconómica se utilizó un proceso de medición simplificada, tomando como referencia unidades de análisis del hogar (para el caso, el número de focos por hogar) y utilizando una escala de rangos libres. De acuerdo a la Figura 2, en todos los niveles socioeconómicos hubo una mejora en el aprendizaje utilizando BL, siendo más notorios en el nivel “muy bajo” y “medio”. Ocasionalmente este parámetro genera algunas controversias, ya que se infiere que, en términos generales, los estudiantes mexicanos que cursan la educación media superior en instituciones públicas provienen de un rango generalizado en el nivel socioeconómico bajo y que, en ese caso, los resultados pueden caer en el sesgo interpretativo, no habiendo así una posibilidad de demostración real del logro del aprendizaje a partir de su condición socioeconómica.

Figura 2
Nivel socioeconómico de los estudiantes



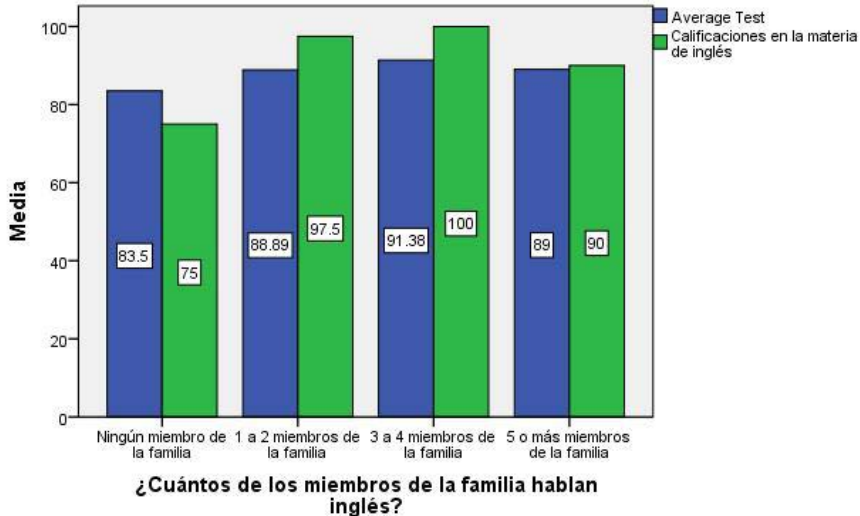
Tipo de familia. En México, aunque recientemente se reconocen diversos tipos de familias, en general se tiende a aceptar a la familia nuclear (padre, madre e hijos) como el modelo propicio para generar mejores resultados sociales y académicos, aunque este tipo de percepciones suelen permanecer sin un valor comprobado ante una realidad; siendo así, se llega a afirmar que el estilo de crianza familiar se asocia con el desempeño académico de los hijos y además, el clima familiar propicia la comunicación eficaz con ambos padres, generando de esta forma un mayor compromiso y conciencia en la educación de los hijos (Martínez Chairez et al., 2020). Esta variable sociodemográfica mostró resultados positivos en todos los tipos de familia, siendo el caso de las familias nucleares que cuentan con ambos padres las que mejores comportamientos arrojaron, pasando de 91.16 a 97.84. El resto de los resultados es posible observarlos en la Figura 3.

Figura 3
 Tipo de familia en la que viven los estudiantes



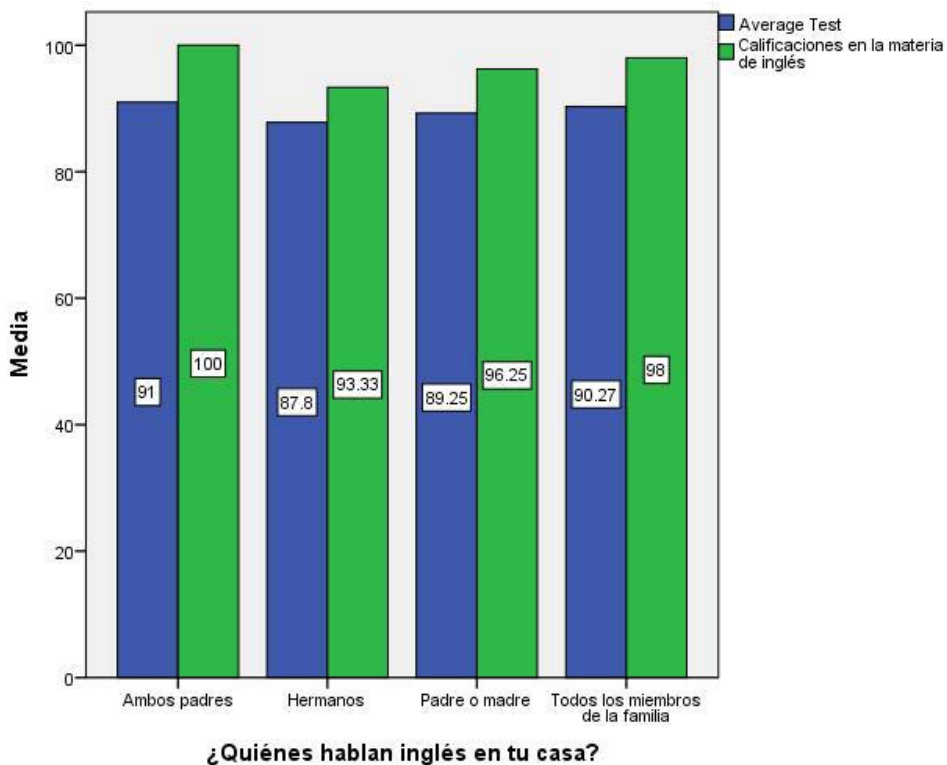
Cantidad de miembros de la familia que hablan inglés. La presencia de otros miembros en la familia hablantes del idioma inglés resultó determinante en el aprendizaje del idioma, siendo que en la opción de “ningún miembro de la familia” habla inglés, se redujeron los resultados, pasando de una calificación de 83.5 a 75 (Figura 4).

Figura 4
Miembros de la familia que hablan inglés



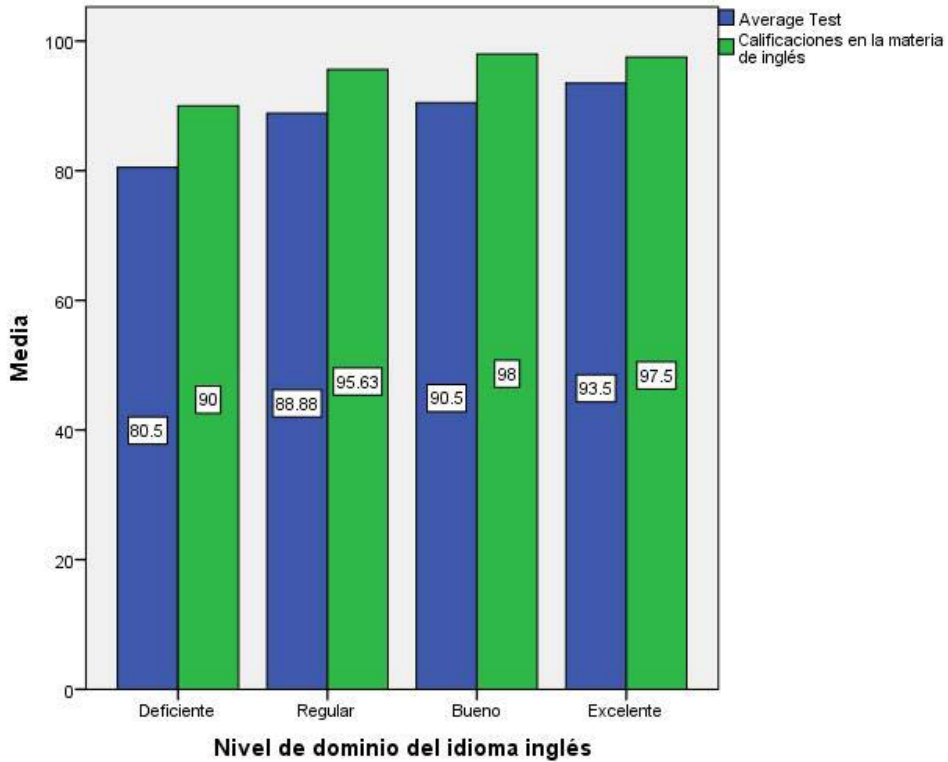
Tipo de miembros de la familia que hablan inglés. En esta variable sociodemográfica se identificaron cuatro tipos de familiares que en el entorno social del estudiante hablan inglés y en todos los casos se observó una mejora en el aprovechamiento académico, observándose mejores resultados en los casos cuando hablan inglés ambos padres, seguido de la categoría cuando todos los miembros lo hablan (Figura 5). Este elemento de análisis se basa en la perspectiva que se tiene sobre el rendimiento académico de los padres según sus niveles educativos, así como su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes, bajo la premisa de que, a mayor nivel educativo de los padres, mejores serán las estrategias que ellos mismos implementen en elevar el logro académico de sus hijos (Espejel García y Jiménez García, 2019; Rodríguez Rodríguez y Guzmán Rosquete, 2019).

Figura 5
Tipo de miembros de la familia que hablan inglés



Nivel de conocimiento del idioma inglés. Este indicador sociodemográfico se basa en una apreciación propia del estudiante respecto al dominio idiomático en inglés de los miembros de su familia. Este factor sociodemográfico resulta interesante en su análisis, ya que en la mayoría de los casos solo se busca medir las percepciones y expectativas de los padres hacia sus hijos en relación al nivel de conocimiento, sin embargo, pocas veces sucede lo contrario, en donde los hijos califican el desempeño de sus padres (Sánchez Oñate et al., 2016; Del-Prado Morales et al., 2021). La Figura 6 permite observar que, a mayor percepción sobre nivel de conocimiento del inglés que observan los padres según la percepción de sus hijos, mayor influencia tiene en el desempeño académico de estos.

Figura 6
 Nivel de conocimiento del idioma inglés



Es importante considerar que esta investigación se desarrolló en Ciudad Juárez, Chihuahua (México), lo cual en particular representa un asunto de análisis interesante, ya que su ubicación geográfica se localiza en la frontera México-Estados Unidos, por tanto, su problemática social resulta por demás diferenciada e interesante, suponiendo algunas ventajas (cercanía con una economía desarrollada, facilidad en el acceso al idioma inglés y facilidad en la movilidad social entre dos países), sin embargo, también representa amplias desventajas, regularmente asociadas con la alta migración y la marginación social.

Esta situación es analizada por Zúñiga (2013) y Franco García (2017), quienes consideran que esta clase de movilidad educativa suele suceder en zonas fronterizas, regularmente refleja un fracaso escolar ante la falta de ajuste a parámetros educativos de cada país involucrado, mostrándose exclusión y segregación por las diferencias culturales y sociales, e incluso se pierde el sentido en el aprendizaje de los estudiantes

que participan en esta clase de experiencias. En esta investigación se contemplaron dos aspectos para el análisis: estudiantes con residencia previa en Estados Unidos y estudiantes con formación académica previa en Estados Unidos, cuyos resultados se presentan a continuación:

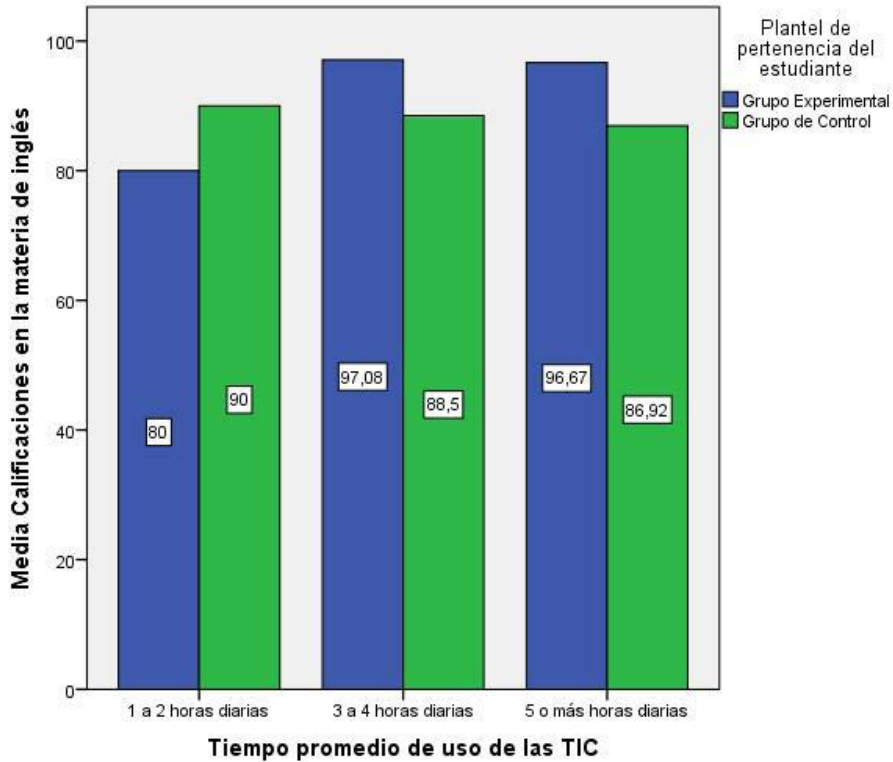
Estudiantes con residencia previa en Estados Unidos. Los estudiantes que han residido en Estados Unidos previo a cursar el bachillerato, mostraron un resultado académico de 81.17 en el pre-test y 98.33 en el post-test; en cambio, los que no han residido previamente en ese país, observaron un resultado académico de 90.36 en pre-test y 95.91 en post-test, lo cual indica que no existe una influencia aparente tal situación.

Estudiantes con formación académica previa en Estados Unidos. Los resultados observados representan que haber estudiado previamente en Estados Unidos no es determinante en el resultado académico en el estudio del inglés. Los estudiantes que han tenido esta experiencia, observaron una calificación de 82 en el pre-test y 97.5 en el post-test, respectivamente los que no han residido en Estados Unidos, obtuvieron 89.89 y 96.09 respectivamente.

El uso de las TIC en adolescentes está generalizado y está determinado por diversas características: el tiempo de uso (permanencia), el propósito del uso (lúdico, ocio, aprendizaje, etc.) y el idioma de los contenidos consultados (tanto propio como en algún otro, especialmente el inglés). En apariencia, el acceso a las TIC de forma cotidiana ofrece a los adolescentes diversas posibilidades, tales como: facilidad de acceso a la información, variedad de fuentes de consulta, acceso a espacios flexibles para el aprendizaje, así como el trabajo colaborativo y la autonomía personal (Andrade Castro, 2019; Basantes Arias et al., 2021). La relación de los estudiantes con las TIC es estudiada de acuerdo a su tiempo de uso en idioma propio, en idioma inglés y según pasatiempos en idioma inglés, cuyos resultados se describen a continuación:

Tiempo promedio de uso de las TIC. Los resultados observados indican que todos los participantes muestran uso y acceso a las TIC en diferente cantidad de tiempo y en cualquier idioma. Los estudiantes que utilizan menos las TIC (1 a 2 horas diarias) tuvieron decremento en sus resultados académicos, siendo que, a mayor tiempo de uso, mejor desempeño académico se logró (Figura 7).

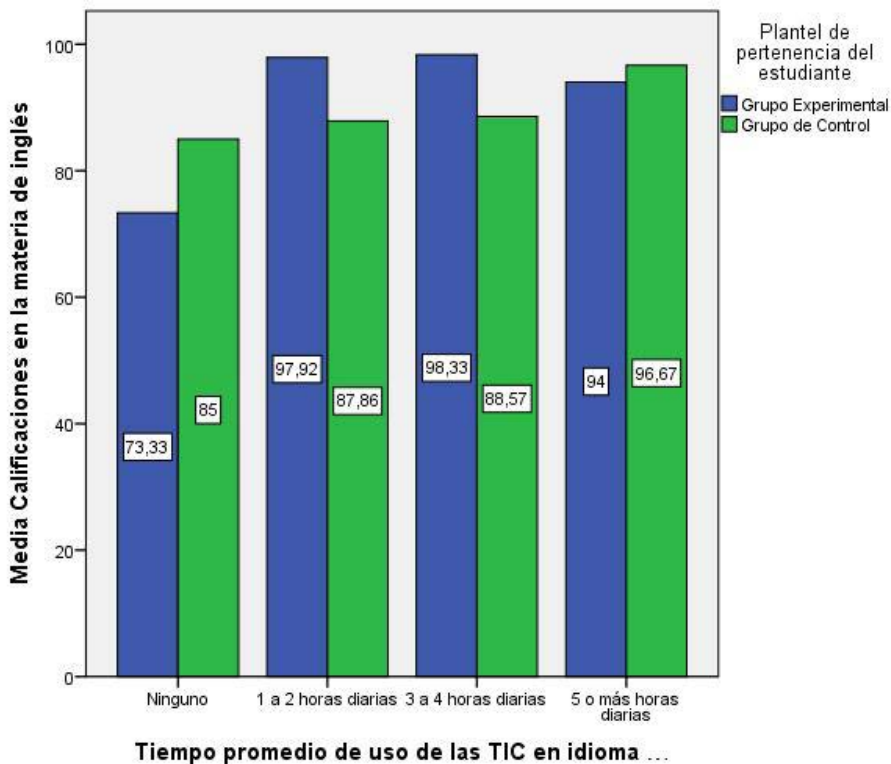
Figura 7
 Tiempo promedio de uso de las TIC



Tiempo Promedio de uso de las TIC en inglés. Al igual que la variable anterior, pero ahora referido al uso de las TIC solo en idioma inglés, según los resultados, se observa que los estudiantes que tienen nulo acceso, mostraron una reducción sustancial en su rendimiento académico entre el pre-test y post-test, no así, en el resto de las opciones que definen cantidades de tiempo de uso, en donde los resultados fueron positivos y en crecimiento de beneficio académico en razón de la cantidad de horas de uso de las TIC (Figura 8).

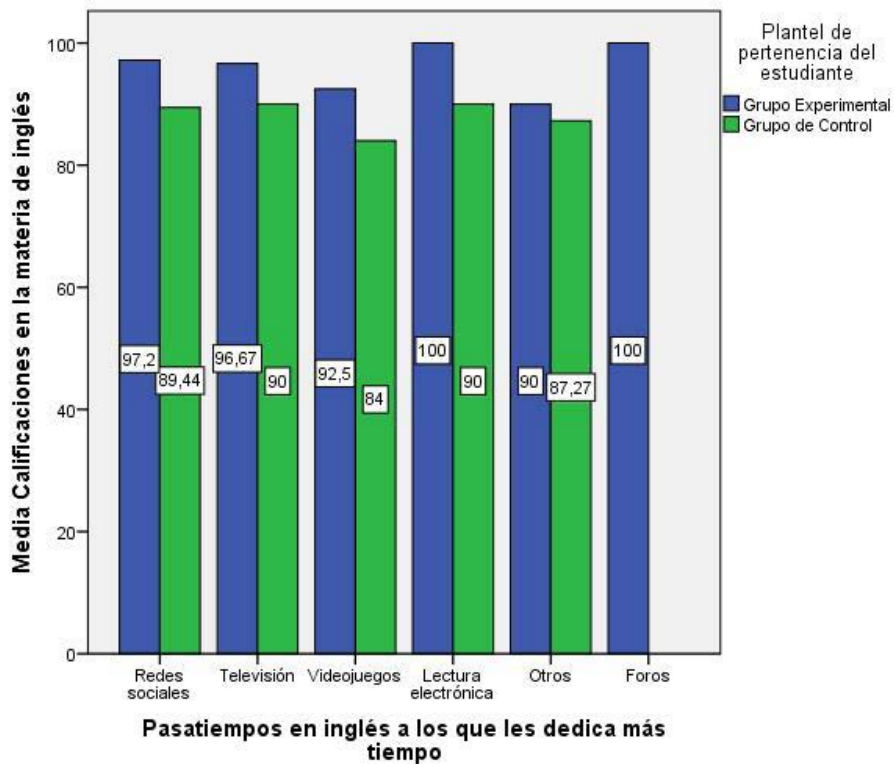
Figura 8

Tiempo promedio de uso de las TIC en idioma inglés



Pasatiempos en idioma inglés a los que se dedica más tiempo. En esta variable sociodemográfica se identificaron seis tipos de pasatiempos, donde según la Figura 9, todos aportan a la práctica del idioma inglés y favorecen los resultados académicos proyectados a través del post-test, a excepción de la alternativa “otros” que muestran una ligera disminución. Los pasatiempos que mayor impacto muestran son: redes sociales, la lectura electrónica y los foros (aunque estos solo muestran presencia en el grupo experimental).

Figura 9
Pasatiempos en idioma inglés a los que se dedica más tiempo



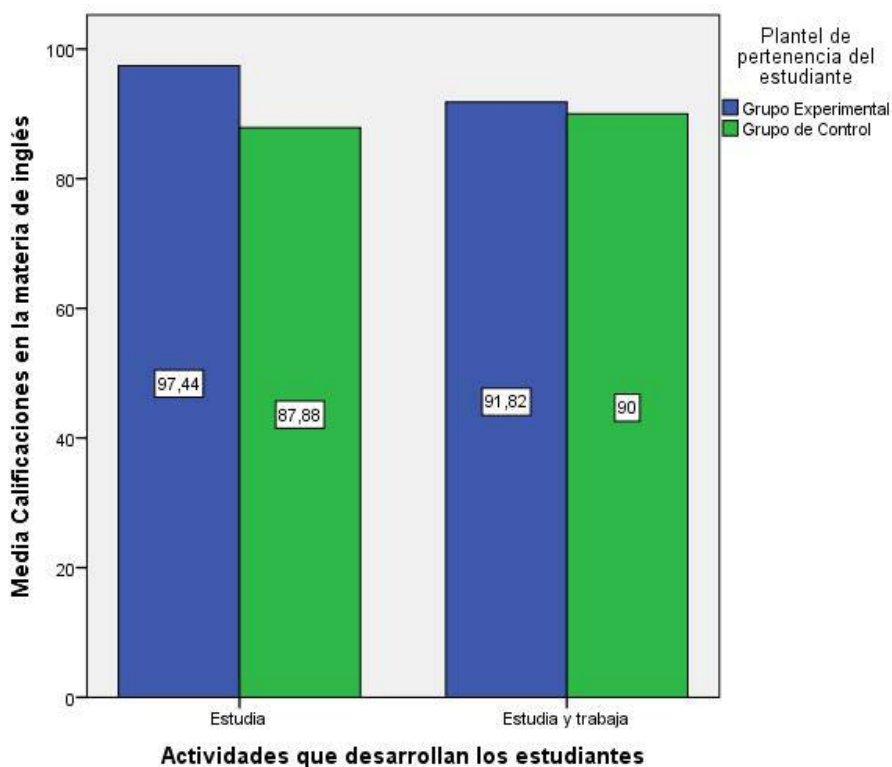
Estudiar y trabajar durante la educación media superior es una problemática poco estudiada en México y su enfoque nunca se relaciona con la posibilidad de identificar las habilidades que adquiere un estudiante al desarrollar ambas actividades; contrario a esto, se atribuye un retroceso educativo provocado por antecedentes migratorios, carencia de capital humano y social en el hogar, trabajos informales o bien porque existen ofertas educativas y laborales suficientes en sus entornos (Cruz Piñero et al., 2017). Resulta poco probable llegar a una definición concreta sobre aspectos positivos y negativos de estudiar y trabajar, lo cual dependerá en gran medida del compromiso de los propios estudiantes, el número de horas y la relación o influencia que tiene el trabajo en las actividades escolares (Melgar Bayardo et al., 2013). Esto representa lo relativo de los resultados en este aspecto sociodemográfico que se describe a continuación:

Actividades laborales y de estudio que desarrollan los estudiantes.

Es sabido que en la actualidad muchos estudiantes mexicanos no solo se dedican a estudiar, sino que además atienden, de forma simultánea, actividades laborales. Los resultados de esta investigación demuestran que los participantes que solo estudian, ofrecen mejores resultados en comparación con los que estudian y trabajan, sin embargo, en ambos casos los resultados son favorables al aplicar el BL. Además, contrario a esto, cabe señalar que los participantes en la investigación del grupo de control que solo estudian, mostraron un logro académico menor en comparación con los que combinan escuela y trabajo (Figura 10).

Figura 10

Actividades laborales y de estudio que desarrollan los estudiantes



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El propósito fundamental de esta investigación se basó en dos aspectos fundamentales: la innovación educativa a través de la experimentación de nuevas formas de enseñanza usando las TIC y la demostración de la efectividad del BL en los procesos formativos, especialmente en la enseñanza y aprendizaje del idioma inglés como segunda lengua. Los resultados obtenidos demuestran la efectividad de ambos aspectos, el primero a través de la innovación y, el segundo, por medio de la mejora del desempeño académico de los estudiantes.

El logro del objetivo planteado en la investigación responde entonces a dos visiones: (1) la innovación educativa es una necesidad inminente en todos los niveles académicos, sobre todo en la EMS, cuando el estudiantado por su edad, demanda actividades diferentes a lo tradicional como una forma de búsqueda de experiencias en su vida cotidiana (Turpo Gebera, 2013b); y (2) la modalidad en el uso del BL propicia, de forma efectiva, la relación entre el aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades de trabajo (Maureira-Cabrera et al., 2020).

Debe reiterarse que esta investigación sucedió previo a las condiciones de la pandemia provocada por el COVID-19. En búsqueda de la experimentación educativa de la innovación, la continuidad en el uso del BL se convierte en una situación propicia para la aplicación de alternativas que no afectan los procesos ordinarios hacia una normalidad. Por tanto, según Rachmawati et al. (2021), esto cobra importancia dado que las acciones realizadas en favor de la educación tomando como referencia las TIC, deben suceder como soluciones a situaciones con fines previsoros y no para solucionar problemas emergentes. Se debe considerar, de acuerdo a la visión de Semanate-Quiñonez et al. (2021), que, aunque la aplicación del BL aparece desde los años 90's, aún no se ha consolidado como un conjunto de herramientas y estrategias para fortalecer las competencias de aprendizaje, tanto en el estudiantado, como en el profesorado (Semanate-Quiñonez et al., 2021).

La literatura científica reconoce que estudiar la efectividad de los modelos educativos tipo BL puede resultar demasiado obvia, ya que solo se registran las condiciones previas y posteriormente, a través de una calificación numérica, se define el desempeño académico observado, donde a través de un enfoque cuantitativo, se demuestran las condiciones del efecto de la intervención; en cambio, el registro cualitativo se basa en meras autopercepciones de los docentes y estudiantes participantes en el experimento (Chen et al., 2020). Para el caso, se observa que el primer cuestionamiento de esta investigación se refiere a la factibilidad en la implementación de la metodología de BL, de forma eficiente en ciclos escolares completos (semestre académico) y con resultados académicos favorables, lo cual se cumple de forma eficiente, tanto al comparar el grupo experimental en relación con el grupo de control, como en relación con el grupo experimental por medio de un pre-test y un post-test.

Respecto a los factores sociodemográficos estudiados, en relación con el ambiente en que se desempeñan los estudiantes, fueron analizados como aspectos complementarios a las formas de aprendizaje y como un beneficio en el estudio de la efectividad del BL. Las condiciones identificadas permiten la inferencia interpretativa sobre la manera como pueden influir en el desempeño académico a través del aprendizaje del idioma inglés.

Los factores sociodemográficos que mayormente llaman la atención son:

- a. Aquellos vinculados con el bilingüismo, la familia y su relación con el acceso, uso y apropiación de las TIC en otro idioma (para el caso el inglés), tanto con fines lúdicos como académicos, situaciones estudiada por Jiang et al. (2021), quienes afirman que sí existe una relación directa en el aprendizaje del idioma inglés, dependiendo sustancialmente del ambiente familiar, especialmente en donde los miembros practican el bilingüismo.
- b. La amplia preocupación por las condiciones de estudiantes que trabajan, vistos solamente como una condición desfavorable, sin embargo, Cuevas de la Garza y De Ibarrola Nicolás (2013), defienden los aprendizajes que ofrece el ámbito laboral, los cuales se basan en diversas formas de influencia, tales como: (1) procedimentales (como el ensayo y error, y observación de procesos); (2) formas cognitivas (explicación de rutinas, comprensión de procesos y análisis de alternativas); y (3) metacognitivas (aplicación de saberes y reflexión sobre los contenidos con base a la experiencia laboral). Para justificar esto, Barreto Osma et al. (2019) consideran que el estudio y trabajo simultáneo siempre mostrará una ambivalencia subjetiva entre efectos positivos y de insatisfacción.

El desarrollo de esta investigación tuvo como obstáculos principales: la aceptación institucional respecto a la implantación de proyectos vinculados con el BL y su particular aplicación en asignaturas académicas vinculadas con el aprendizaje del idioma inglés como segunda lengua, considerando más viable su aplicación en otras materias de las ciencias sociales e impartidas en el idioma propio de los estudiantes. La problemática de la aceptación de nuevos modelos educativos en temáticas consideradas de mayor riesgo en la propiciación de aprendizajes suficientes y efectivos, han sido precisadas por Azizi et al. (2020), quienes identifican las expectativas de las instituciones con el BL, estas son: rendimiento, esfuerzo, influencia social, condiciones de facilidades, motivación hedonista (el placer del estudiante de utilizar un sistema), implicaciones de costo, formación de hábitos e intención de los estudiantes y docentes de utilizar esta clase de iniciativas.

Los factores sociodemográficos se convierten en un tema viable para futuras investigaciones, especialmente con un enfoque social y educativo. Igualmente sucede con el mismo modelo de BL que es viable a considerarse como una alternativa didáctica ante las condiciones pospandémicas y la necesidad de demostrar su efectividad ante la solución de problemas educativos actuales. Yin et al. (2021)

complementan esta situación y proponen que más allá del BL deben de buscarse aplicaciones reales de otros modelos para ampliar los horizontes educativos, como son: *e-Learning*, *Mobile Learning*, *Flipped Classroom*, gamificación, realidad aumentada o uso de los MOOC.

Desde la perspectiva de las limitaciones que tiene esta investigación, se parte del problema que se observa en la definición de las características del objetivo de estudio, especialmente cuando se trata de una intervención pre-experimental, cuya complejidad principal radica en la definición precisa de las condiciones de los grupos participantes. Además, otra limitación identificada es que solo aborda la parte cuantitativa, representada como un estudio descriptivo de la situación como experiencia educativa, sin ser contundente en sus conclusiones; dada la complejidad del estudio realizado, no fue posible identificar elementos cualitativos, principalmente vinculados con percepciones respecto a la experiencia de aprendizaje, tanto de los estudiantes como de los docentes. Sin embargo, en la parte cualitativa se han desarrollado investigaciones, que según Ravat et al. (2021), demuestran resultados favorables en la aceptación del modelo de BL por estudiantes, esto desde tres perspectivas: compromiso de los estudiantes durante el curso, percepciones sobre el conocimiento adquirido y procesos de enseñanza.

REFERENCIAS

- Alducin-Ochoa, J. M., y Vázquez-Martínez, A. I. (2014). Mejora del rendimiento en Ingeniería a través de Blended-Learning. *Digital Education Review*, 25, 87-107.
- Andrade Castro, C. A. (2019). *Uso de las TIC en el aprendizaje del inglés de estudiantes del grado 4º del colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana* [Tesis de Maestría, Universidad Pontificia Bolivariana].
- Antúnez Sánchez, A. G., González Espinosa, K. A., Soler Pellicer, Y., Rodríguez Rodríguez, S., y Hauß, J. (2014). Resultados y experiencias en la enseñanza de las matemáticas: la modalidad Blended Learning. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 5(2), 89-98.
- Azizi, S. M., Roozbahani, N., y Khatony, A. (2020). Factors affecting the acceptance of blended learning in medical education: application of UTAUT2 model. *BMC Medical Education*, 20(367), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02302-2>
- Barreto Osmá, D. A., Celis Estupiñán, C. G., y Pinzón Arteaga, I. A. (2019). Estudiantes universitarios que trabajan: subjetividad, construcción de sentido e in-satisfacción. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (58), 96-115. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n58a4>
- Basantes Arias, E. A., Escobar Murillo, M. G., Cárdenas Moyano, M. Y., y Barragán Murillo, R. A. (2021). El impacto de la virtualidad en el aprendizaje del idioma inglés en educación superior. *Polo del Conocimiento*, 6(5), 46-56. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i5.2630>
- Benítez González, M. C. (2016). Desafío de la modalidad Blended Learning dentro de la gestión del conocimiento. *ACADEMO: Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(1), 1-12.
- Bernal Ponce, M. E., y Canseco Saint-André, H. M. (2021). Implicaciones espaciales del Blended Learning en los ambientes físicos educativos de las instituciones

- de educación superior. *CEMYS: Revista Electrónica sobre Educación Media y Superior*, 8(16), 1-15.
- Bralić, A., y Divjak, B. (2018). Integrating MOOCs in traditionally taught courses: achieving learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(2), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0085-7>
- Cervantes Lazzeri, J. M., Salinas Urbina, V., y Glasserman Morales, L. D. (2017). Diseño de la capacitación Blended Learning en una empresa. *Campus Virtuales*, 6(1), 121-129.
- Chen, J., Zhou, J., Wang, Y., Qi, G., Xia, C., Mo, G., Zhang, Z. (2020). Blended learning in basic medical laboratory courses improves medical students' abilities in self-learning, understanding, and problem solving. *Adv Physiol Educ*, (44), 9-14. <https://doi.org/10.1152/advan.00076.2019>
- Contreras Bravo, E., González Guerrero, K., y Fuentes López, J. (2011). Uso de las TIC y especialmente del Blended Learning en la enseñanza universitaria. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 5(1), 151-160.
- Cruz Piñeiro, R., Vargas Valle, E. D., Hernández Robles, A. K., y Rodríguez Chávez, Ó. (2017). Adolescentes que estudian y trabajan: factores sociodemográficos y contextuales. *Revista Mexicana de Sociología*, 79(3), 571-604.
- Cuevas de la Garza, J. F., y De Ibarrola Nicolín, M. (2013). Vidas cruzadas Los estudiantes que trabajan: un análisis de sus aprendizajes. *Revista de la Educación Superior*, 42(1), 125-148.
- Del-Prado Morales, M., Alonso-Tapia, J., y Simón-Rueda, C. (2021). Implicación parental y clima motivacional de la familia desde la percepción de los padres: validación transcultural del cuestionario CMF-P. *Anales de Psicología*, 37(2), 323-333. <https://doi.org/10.6018/analesps.342731>
- Domagała-Zysk, E. (2009). Aplicación de la técnica de Blended Learning a un caso de internacionalización en la formación de pedagogos. *Escuela Abierta*, 12, 49-60.
- Dziuban, C., Graham, C. R., Moskal, P. D., Norberg, A., y Sicilia, N. (2018). Blended Learning: the new normal and emerging technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(3), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0087-5>
- Espejel García, M. V., y Jiménez García, M. (2019). Nivel educativo y ocupacional de los padres: su influencia en el rendimiento académico de estudiantes universitarios. *RIDE: Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(19), 1-20. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.540>
- Franco García, M. J. (2017). Sistemas educativos y migración: una mirada a la educación en Estados Unidos y México. *RMIE: Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 22(74), 705-728.
- González Aldana, M. A., Perdomo Osorio, K. V., y Pascuas Rengifo, Y. (2017). Aplicación de las TIC en modelos educativos Blended Learning: una revisión sistemática de literatura. *Sophia*, 13(1), 144-154. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.13v.1i.364>
- González Moreno, R. I. (2011). The Role of Discussion Boards in a University Blended Learning Program. *PROFILE*, 13(1), 157-174.
- Gunawan, G., Jufri, A. W., Nisrina, N., Al-Idrus, A., Ramdani, A., y Harjano, A. (2021). Guided inquiry blended learning tools (GI-BL) for school magnetic matter in junior high school to improve students' scientific literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, (1747), 1-9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1747/1/012034>
- Hinojo, F. J., Aznar, I., y Cáceres Granada, M. P. (2009). Percepciones del alumnado sobre el Blended Learning en la universidad. *Comunicar: Revista*

- Científica de Educomunicación*, 33(XVII), 165-174. <https://doi.org/10.3916/c33-2009-03-008>
- Ibáñez-Cubillas, P., Miranda Pinto, M. S., y Osório, A. (2018). Comunidades virtuales en Blended Learning: estudio de casos en @rcaComum. *Digital Education Review*, (34), 91-108.
- Jiang, Y., Chen, Y., Lu, J., y Wang, Y. (2021). The Effect of the Online and Offline Blended Teaching Mode on English as a Foreign Language Learners' Listening Performance in a Chinese Context. *Front. Psychol.*, (12), 742742. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.742742>
- Krismadinata, K., Verawardina, U., Jalinus, N., Rizal, F., Sukardi, S., Sudira, P., Ramadhani, D., Lubis, A. L., Friadi, J., Arifin, A. S., y Novaliendry, D. (2020). Blended Learning as Instructional Model in Vocational Education: Literature Review. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11B), 5801-5815. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082214>
- Llamas Nistal, M. (2006). Blended Learning (B-Learning) en la enseñanza técnica. *Boletín das Ciencias*, 62, 119-127.
- Maldonado, C. A., y Etcheverry, P. (2013). Blended Learning 2.0 con Mundos Virtuales. *Ciencia y Tecnología*, 13, 189-202. <https://doi.org/10.18682/cyt.v1i13.95>
- Martínez Chairez, G. I., Torres Díaz, M. J., y Ríos Cepeda, V. L. (2020). El contexto familiar y su vinculación con el rendimiento académico. *IE: Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, (11), 1-17. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v1i10.657
- Maureira-Cabrera, O., Vásquez-Astudillo, M., Garrido-Valdenegro, F., y Olivares-Silva, M. J. (2020). Evaluación y coevaluación de aprendizajes en Blended Learning en educación superior. *Alteridad*, 15(2), 174-189. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n2.2020.04>
- Melgar Bayardo, J., Leiner de la Cabada, M., y Jiménez Terrazas, C. P. (2013). El compromiso universitario: un estudio comparativo entre estudiantes que trabajan y estudiantes de tiempo completo. *Ponencia presentada en el XXVII Congreso Anual AEDEM*, Universidad de Huelva (5-7 de junio).
- Mulyadi, D., Arifani, Y., Wijayantingsih, T. D., y Budiastuti, R. E. (2020). Blended Learning in English for Specific Purposes (ESP) Instruction: Lecturers' Perspectives. *Computer-Assisted Language Learning Electronic Journal*, 21(2), 204-219.
- Ordóñez, A., Giraldo G. M., Muñoz F., Ordoñez H., y Rosero Y. (2017). An Intelligent framework for Blended Learning. *Revista Colombiana de Computación*, 19(2), 37-45. <https://doi.org/10.29375/25392115.3441>
- Rachmawati, S., Djanjar, U., y Putra, A. S. (2021). The Effect of the COVID 19 Virus and Online Learning English Subject in Senior High School. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 1(3), 435-440.
- Rahayul, P., e Iswaril, R. S. (2021). The Effectiveness of Blended Learning Models toward The Motivation and Learning Outcomes of High School Students in Ecological Materials. *Journal of Biology Education*, 10(2), 163-170.
- Ravat, S., Barnard-Ashton, P., y Keller, M. M. (2021). Blended teaching versus traditional teaching for undergraduate physiotherapy students at the University of the Witwatersrand. *South African Journal of Physiotherapy* 77(1), 1-8. <https://doi.org/10.4102/sajp.v77i1.1544>
- Rodríguez Rodríguez, D., y Guzmán Rosquete, R. (2019). Rendimiento académico y factores sociofamiliares de riesgo. *Perfiles Educativos*, 61(164), 118-134. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.164.58925>
- Sáinz Manzanares, M. C., Marticorena Sánchez, R., García Osorio, C. I., y Díez-Pastos, J. F. (2017). How do B-Learning

- and Learning Patterns Influence Learning Outcomes? *Frontiers in Psychology*, 8, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00745>
- Sánchez Oñate, A., Reyes Reyes, F., y Villarroel Henríquez, V. (2016). Participación y expectativas de los padres sobre la educación de sus hijos en una escuela pública. *Estudios Pedagógicos*, 62(3), 347-367. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052016000400019>
- Sandanayake, T. C. (2019). Promoting open educational resources based blended learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(3), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0133-6>
- Semanate-Quiñonez, H., Upegui-Valencia, A., y Upequi-Valencia, M. (2021). Blended Learning, avances y tendencias en la educación superior: una aproximación a la literatura. *Informador Técnico*, 86(1), 30 - 52. <https://doi.org/10.23850/22565035.3705>
- Seraji, F., Attaran, M., y Azizi, S. M. (2019). Blended Learning Researches in Iran: Several Fundamental Criticisms. *Digital Education Review*, 36, 190-206. <https://doi.org/10.1344/der.2019.36.190-206>
- Silva-Peña, I., Salgado-Labra, I. S., Verdugo, C., y Chehuaicura, A. (2013). Aprendizaje Colaborativo en un módulo de formación docente basado en Blended Learning. *Foro Educacional*, 21, 127-143. <https://doi.org/10.29344/07180772.21.868>
- Tirado-Morueta, R., Pérez-Rodríguez, M. A., y Aguaded-Gómez, I. (2011). Blended e-Learning en universidades andaluzas. *Aula Abierta*, 39(2), 47-58.
- Turpo Gebera, O. (2013a). Convergencia tecnológica y pedagógica del Blended Learning: transiciones y perspectivas. *Alteridad*, 8(2), 128-143. <https://doi.org/10.17163/alt.v8n2.2013.01>
- Turpo Gebera, O. (2013b). Perspectiva de la convergencia pedagógica y tecnológica en la modalidad Blended Learning. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 39, 1-14.
- Vásquez Astudillo, M. (2017). Aplicación de modelo pedagógico Blended Learning en educación superior. *Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM)*, 14(35), 1-17.
- Vera, F. (2018). *La modalidad Blended-Learning en educación superior*. http://www.utemvirtual.cl/nodoeducativo/wp-content/uploads/2009/03/fvera_2.pdf
- Xin, L., y Zhongboa, Z. (2021). An Investigation into the Influence of Blended Learning on Oral English Proficiency of Senior High School. *International Education Studies*, 14(7), 27-35. <https://doi.org/10.5539/ies.v14n7p27>
- Yarborough, K.-A. (2021). *Teachers' Perceptions of Blended Learning in High School Classrooms* [Tesis doctoral, Walden University].
- Yin, B. y Yuan, C-H. (2021) Precision Teaching and Learning Performance in a Blended Learning Environment. *Front. Psychol.*, (12), 631125. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.631125>
- Zúñiga, V. (2013). Migrantes internacionales en las escuelas mexicanas: desafíos actuales y futuros de política educativa. *Sinéctica*, (40), 1-12.

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021





Fecha de aceptación del artículo: 23/02/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 30/03/2022

University Students' Perceptions of the Use of Technologies in Educational Activities and Mental Effort Invested

Percepciones del alumnado universitario sobre el uso de tecnologías en actividades educativas y esfuerzo mental invertido



-  Julio Cabero-Almenara - *University of Seville (Spain)*
-  Sandra Martínez-Pérez - *University of Seville (Spain)*
-  Juan Jesús Gutiérrez-Castillo - *University of Seville (Spain)*
-  Antonio Palacios-Rodríguez - *University of Seville (Spain)*

ABSTRACT

Different generations (digital natives, resident students, generation Y, X, or Z) show a preference towards technologies and the digital world. This “ex-post-facto” study is presented to learn the preferences that university students have regarding the use of different resources for various educational activities, as well as the investment of mental effort and perceived ease of learning concerning different means and technological resources. The sampling used is non-probabilistic, conventional, and intentional. 2,148 university students from different scientific fields of twelve Spanish public universities participate in it. To do this, an “ad hoc” instrument is designed whose data show high reliability and validity indices. The results indicate that students tend to have different perceptions regarding the various means and resources presented, in terms of the level of mental effort needed, along with the degree of easiness to learn through them. In this sense, the casuistry of the results is discussed and compared with the theory of mental effort proposed by Salomon (1981). The findings can be explained by the result of the interaction of three elements: the symbolic systems mobilized to elaborate messages, the message, and the technology that packages, formalizes, and transmits them. In the same way, it concludes by discussing the applicability of the results for the improvement of the digital competence of the students.

Keywords: technologies; school activities; students; higher education; mental effort.

RESUMEN

Las diferentes generaciones (nativos digitales, estudiantes residentes, generación Y, X o Z) muestran una preferencia hacia las tecnologías y el mundo digital. Este estudio “ex post-facto” se presenta bajo el objetivo de conocer las preferencias que estudiantes universitarios tienen respecto a la utilización de diferentes recursos para diversas actividades educativas, así como la inversión de esfuerzo mental y percepción de facilidad que tienen para aprender respecto a diferentes medios y recursos tecnológicos. El muestreo empleado es no probabilístico, convencional e intencional. En él participan 2.148 estudiantes universitarios de diferentes ramas científicas de doce universidades públicas españolas. Para ello, se diseña un instrumento “ad hoc” cuyos datos arrojan altos índices de fiabilidad y validez. Los resultados apuntan que los estudiantes tienden a tener percepciones distintas respecto a los diversos medios y recursos presentados, en lo que se refiere al nivel de esfuerzo mental, así como la facilidad para aprender mediante ellos. En ese sentido, se discute la casuística de los resultados y comparan con la teoría del esfuerzo mental propuesta por Salomón (1981). Los hallazgos pueden ser explicados por el resultado de la interacción de tres elementos: los sistemas simbólicos movilizados para elaborar mensajes, el mensaje y la tecnología que los empaqueta, formaliza y transmite. De la misma forma, se concluye debatiendo la aplicabilidad de los resultados para la mejora de la competencia digital del alumnado.

Palabras clave: tecnologías; actividades educativas; estudiantes; educación superior; esfuerzo mental.

INTRODUCTION

Since the radical expansion of the classifications “digital natives”, “resident learners”, “generation Y”, “generation X” or “generation Z”, what underlies is an almost natural technological mastery in these generations, and an absolute preference for all things digital over analogue. All of this is a consequence of a high exposure to information and communication technologies (ICTs). This leads different authors to point out a series of characteristics of these generations such as: they are digitally literate (they are able to intuitively use a variety of IT devices and surf the Internet, they are comfortable with technology, they are visually literate and are more likely to use the Internet for inquiry/research than a library, tend to be always connected, consider themselves multitaskers, feel the need for immediacy, learn by doing rather than being told what to do, prefer structured rather than ambiguous materials, and show a preference for images over text (Lai & Hong, 2015, Cabero-Almenara et al., 2020).

Other authors defend the idea that they are rather terms used for advertising and journalistic purposes, but that they have failed to be endorsed by scientific research (Creighton, 2018; Granada, 2019; Desmurget, 2020), and it has been their redundancy that the phrase digital native has become embedded in the imaginary of digital society (Mas, 2017). As Creighton (2018) notes “many of the studies that supported the concept of “digital natives” and/or “digital immigrants” were based solely on anecdotal data and opinions” (p. 134). Granada (2019) criticises the position of these authors by pointing to their approaches as lacking scientific rigour and with a certain reductionism, by conceiving of “digital native generations as a uniform whole, without other considerations such as educational, cultural, geographical, familial or economic” (p. 32). More specifically, Creighton (2018), after reviewing 127 articles published between 1991 and 2014, notes that the terminology digital natives and migrants is problematic because there is scant (if any) empirical evidence included to support the claims made about digital natives and digital immigrants in higher education, and there is no research-based evidence that we should focus on age as a determining factor in identifying competent and experienced ICT students (Creighton, 2018).

The separation between the supposed natives and immigrants has been established on the basis of the age of the subjects, but a series of objections can be raised to such a discriminatory variable; among them is that, if such digital competence were true on the basis of having been born in a specific time period, all these people would maintain similar characteristics of technological mastery. The reality is that this is not the case, since a variety of studies, both in different contexts and at different educational levels, do not find this to be the case (Romero-Rodríguez et al., 2019; Engeness, 2021; Furenes et al., 2021) and if the “natives” are competent in the level of instrumental handling of technologies, in terms of handling them for educational and training use, it is rather elementary.

It is true that they invest a large number of hours with technologies, but the number of them they handle is rather limited, as well as the diversity of functions to which they allocate them (Lai & Hong, 2015; Castellanos et al., 2017; López-Gil & Bernal, 2019). As Castellanos et al. (2017) found after the research carried out, students surf daily, use email, and handle certain technologies such as office automation packages in a basic way; however, they are not as familiar with the use of current tools, such as blogs or social bookmarking. Hence, it is often the students themselves who demand more training in digital skills (López-Gil & Bernal, 2019; Starkey, 2020).

There is also the myth that is more directly related to the aims of our work, which could be called the screen myth, and which refers to the fact that “digital natives” prefer to receive information through screens of different devices rather than other types of resources. Again, the research shows that a number of factors need to be considered. Thus, Parodi et al. (2019) suggest that students’ choice of resource for receiving information depends on the function they have to perform. In other words, if the information in the school context is sought to make contact with a topic, they prefer the screen. However, if the function is to learn information for, for example, an exam, they prefer printed documents. Therefore, readers’ use of the medium is different depending on the function it serves: entertainment, information seeking, study or interpretation (Delgado et al., 2018).

In this sense, the objective of the present research is to know the preferences that university students have regarding the use of different resources for various educational activities, as well as the investment of mental effort and perception of ease of learning that they have, with respect to different media and technological resources, this study is presented. To do so, we present the theoretical background that guided our research and describe our methodology, as well as a description of the data collection instrument and how the data were analysed. In addition, we present the interpretation and discussion of the results, with the aim of shedding light on the students’ perceptions of the use of technologies in different educational activities and their mental effort.

STUDENTS’ PERCEPTIONS OF THE USE OF TECHNOLOGICAL MEDIA AND RESOURCES FOR DIFFERENT ACTIVITIES

The perception of the use of technologies is marked by beliefs about their potential.

Gergen (1996) mentioned some time ago, are bearers of meaning and constitute an enduring scheme of interpretations that develop during the personal history of each individual and, once formed, influence the way in which they give meaning to and act in their social world.

Delgado et al. (2018) pointed out three essential elements in the predominance of digital reading over paper reading: time frame, genre and year of publication. In

their research, these authors point out that reading in digital format is an inevitable part of our daily lives and an integral part of the educational sphere, although they state the need to favour paper reading over digital reading, complementing it with digital devices.

In this aspect of identifying the preferred medium for reading, we can highlight the work done by Kazanci (2015) with 792 students from eight different departments of the Faculty of Education, the results indicated that the majority of students still prefer traditional printed paper rather than digital screen for their reading activities, a preference that did not change over the six-year interval in which data was collected.

Meanwhile, Farinosi et al. (2016) point out that the choice of medium is not radically determined by the historical moment of the student's birth, but also depends on functionality, "the use of pencil or keyboard depends on the task: students prefer to write longer texts digitally, while pen and paper are considered more useful for creative tasks and meta-communication" (p. 411). In a recent study, Parodi et al. (2019) analysed the reading habits declared by Chilean university students in human sciences and economic and administrative sciences. The results showed that 84% would prefer to read on paper.

The arguments mobilised to explain this type of choice go in different directions. Kutcher (2018) points out that screen reading interferes with in-depth learning for three reasons: "1) screens lack a tactile experience, 2) hypertext is distracting and difficult to navigate, and 3) superficial reading becomes the norm" (p. 32), noting that "digital distractions are found right at the machine" (p. 33). Already in a traditional study, Mangen et al. (2013) found that students who read print texts scored significantly better on the reading comprehension test than students who read the texts digitally.

The cognitive interaction that students make on the different media and technological resources is also determined by the mental effort they invest in processing their information, and the perceived ease with which they learn with them (Cabero-Almenara et al., 2020).

THE INVESTMENT OF MENTAL EFFORT IN INFORMATION PROCESSING

The mental or cognitive effort that a person invests in learning is a key variable for this. A key author to explain the investment of mental effort that people make when interacting with a technology was Salomon, who formulated his theory of mental effort or AIME theory ("Amount of Invested Mental Effort") (Salomon, 1981), a theory that, according to Valencia et al. (2018), aims to explain the information processing that we carry out with technologies and the variables that influence it.

Almost anything worth doing requires effort, so it is not surprising that effort has played such a central role in the way researchers, theorists, instructors and even students think about learning and student achievement. Self-perception involves

individuals experiencing an interest in their learning (self-regulated learning) and setting learning goals to maintain their intentional engagement (Peel, 2020). In this work, the authors of the target articles explore the importance of effort for students' self-regulated learning within multiple domains. To further support the advancement of effort research, we distinguish between objective effort as a direct causal agent of learning gains and effort as a learner perception.

Thus, at least two types of perceptions have an impact on AIME: a) perceptions of the source of the information, and b) perceptions of self-efficacy for task performance.

Different studies (Cabero-Almenara et al., 1995; Dunlosky et al., 2020) show how effort exerted has a direct impact on the quantitative and qualitative level that subjects acquire from the mediated information presented. At the same time, we have also found that processing varies from one medium to another, depending on the attitudes and predispositions that subjects have towards them. And, finally, it is not only the attitude towards the specific medium that has an influence, but also the attitude towards the content transmitted. In general terms, the learning we achieve with a medium depends on the effort we make with it, and this depends directly on the attitudes and perceptions we have towards it and towards the contents transmitted. To corroborate his theory, Salomon (1983) carried out his research by comparing the mental effort invested with two media towards which we tend to have different attitudes: television and books.

Perceptions that through different research and with different technologies have been shown to be a significant variable to explain the interaction established with ICT (Colomo et al., 2020; Ferrero & Cantón, 2020; Salas-Rueda, 2020; Engeness, 2021).

Mental effort is directly related to the cognitive load that the subject puts into action when processing information from any medium and technological resource (Feldon et al., 2019). And, at the same time, on the motivation that a person will have for the development of any activity (Paas et al., 2005; López-Cortés et al., 2021).

METHODOLOGY

Research objectives

The objectives of the research are stated in the following terms:

- To find out the preferences that university students have regarding the use of different resources for various educational activities.
- To find out the investment of mental effort that university students indicate they will invest with different media and resources to understand and capture information.
- To find out how easy it is for university students to learn with respect to different media and technological resources.

- To analyse the possible relationships between the investments of mental effort that students indicate they will invest in understanding and capturing information, through different media and resources and for different activities, and their perceived ease of learning with these media and resources.
- To analyse whether there are differences in the predilection for different media and resources for the development of different activities according to the students' branch of knowledge.

Sample

The study carried out is of the “ex post-facto” type (Mateo, 2004), with a non-probabilistic, conventional and intentional sample.

The research sample consisted of 2148 university students from 12 Spanish public universities (Figure 1), who were studying for degrees in different areas of science (Table 1). Of these, 430 were men (20%) and 1748 women (80%). The vast majority of them were aged between 21 and 25 ($f=958$, 44.6%), followed by those aged under 20 ($f=938$, 43.7%), with a similarity between those aged “between 26 and 30” and “over 30” ($f=126$, 5.9%). Consequently, 88.3% were under 25 years of age.

Figure 1
Number of participating students by university

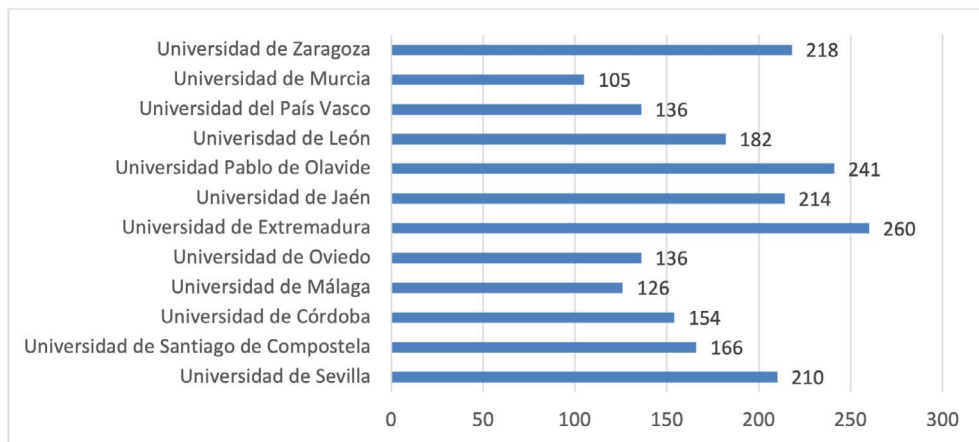


Table 1
Study areas taken by students

Areas	Frequency (f)	%
Arts and Humanities	370	17,2
Sciences	122	5,7
Health Sciences	134	6,2
Social Sciences and Legal Sciences	1334	62,1
Engineering and Architecture	188	8,8
Total	2.148	100,0

Instrument

The data collection instrument was revised “ad hoc” for the present work, although we rely on those used in their research by Fortunati and Vicent (2014), Farinosi et al. (2016) and Parodi et al. (2019). The instrument was constructed with “Google form” and can be found at the following web address: <https://forms.gle/be5j5xdXqQ4GdJMc7>. It was administered in the first half of the year 2021.

The instrument had different sections: a) demographic data (gender, age, university where the student was studying and branch of knowledge), b) assessment of the different resources preferred for the development of various activities, c) perception of the mental effort invested to understand the information according to different media and technological resources, and d) perception of the ease of learning according to different media and technological resources.

The reliability of the instrument was obtained by means of Cronbach’s alpha, the items identified were those referring to the mental effort invested and the perception of ease of use. The following values were obtained: a) general of the two dimensions: 0.897; b) mental effort dimension: 0.866; and c) ease of learning dimension: 0.896. The scores suggest a high level of reliability.

Regarding the reliability of the questionnaire, it is calculated by means of a confirmatory factor analysis (CFA). The CFA was verified with the theoretical proposal of the dimensions with the selected items. For this, the maximum likelihood method was selected, using the thresholds recommended by Hu and Bentler (1999): CMIN/DF (mean chi square/degree of freedom < 3) = 2,562, $p < 0.05$; CFI (comparative fit index > 0.7) = 0.952; TLI (Tucker-Lewis index > 0.7) = 0.971; IFI (incremental fit index > 0.7) = 0.963; RMSEA (root mean square error of approximation < 0.1) = 0.062.

RESULTS

The results indicate that students tend to have different perceptions of the different media and resources presented in terms of the level of mental effort and the ease of learning through them. In this way, the research findings are explained through the interaction of three elements: the symbolic systems mobilised to elaborate messages, the message, and the technology that packages, formalises and transmits them.

One of the questions in the questionnaire was aimed at investigating the preferences that students showed for certain activities with respect to different media and technological resources; specifically, the question was: What resources do you prefer for the development of the activities? Table 2 shows the values obtained in the resources fixed computer, laptop computer and printed matter, since they are the resources with the highest reference by students. The questionnaire also took into account other resources, such as augmented/virtual reality, social networking, simulator and smartphone. These values are not shown in the table since the response percentage is less than 10%. Therefore, they are not considered significant data.

Table 2
Activities and preferred resources

Activities	Resources	f	%
Developing academic reading	Fixed computer	34	1,6
	Laptop computer	368	17,1
	Printed material	1610	75,0
Reading for entertainment	Fixed computer	28	1,3
	Laptop computer	206	9,6
	Printed material	1186	55,2
Reading for information	Fixed computer	144	6,7
	Laptop computer	1420	66,1
	Printed material	62	2,9
Preparing for an exam	Fixed computer	36	1,7
	Laptop computer	166	7,7
	Printed material	1890	88,0
Remembering information	Fixed computer	24	1,1
	Laptop computer	156	7,3
	Printed material	1592	74,1

Activities	Resources	f	%
Understanding information	Fixed computer	32	1,5
	Laptop computer	290	13,5
	Printed material	1368	63,7
Applying information	Fixed computer	112	5,2
	Laptop computer	1140	53,1
	Printed material	584	27,2
Analysing information	Fixed computer	86	4,0
	Laptop computer	946	44,0
	Printed material	812	37,8
Evaluate information	Fixed computer	102	4,7
	Laptop computer	1004	46,7
	Printed material	764	35,6
Create other resources	Fixed computer	168	7,8
	Laptop computer	1452	67,6
	Printed material	128	6,0

As can be seen, two are the resources where students mostly showed their choice:

- Printed material: developing academic reading, reading for entertainment (f=1610, 75%), reading for information search (f=1186, 55.2%), (f=1420, 66.1%), preparing for an exam (f=1890, 88%), remembering information (f=1592, 74.1%) and understanding information (f=1368, 63.7%).
- Laptop: applying information (f=1140, 53.1%), analysing information (f=812, 37.8%), evaluating information (f=1004, 46.7%) and creating other resources (f=1452, 67.6%).

The rest of the resources were quite distant from the choices made by the students. Only in one case was there certain closeness in the answers between printed material and laptop, in analysing information, where printed material obtained 812 choices (37.8%).

The ad hoc questionnaire also asked students about the amount of mental effort they thought they invested in understanding and capturing information, based on a range of resources. Students were offered a response scale ranging from 0 (very little/not at all) to 5 (very much), while at the same time they were asked to use the response option NA (not applicable/never used). Eliminating the answers given in the latter option, the mean scores and standard deviations achieved are presented in Table 3.

Table 3*Amount of mental effort invested in different media and resources*

Media & Resources	Mean	Standard Deviation
Printed material	2,78	1,723
Fixed computer	2,55	1,463
Laptop computer	3,14	1,449
Tablet	2,70	1,480
Smartphone	2,99	1,465
Video / TV	2,39	1,411
Web/Internet	3,01	1,482
Social Networking	2,38	1,542
Simulator	2,27	1,541
Augmented / Virtual Reality	2,26	1,598

Also in response to one of the objectives, students were asked how easy it was for them to learn with such media, and in this case the scale ranged from 0 (very easy) to 5 (very difficult). Again, the option NA was also offered. In this case the mean values and standard deviations achieved are shown in Table 4.

Table 4*Perceived ease of learning about different media*

Media & Resources	Mean	Standard Deviation
Printed material	1,06	1,401
Fixed computer	2,04	1,355
Laptop computer	1,70	1,273
Tablet	2,15	1,343
Smartphone	2,38	1,467
Video / TV	2,08	1,449
Web/Internet	1,84	1,385
Social Networking	2,40	1,522
Simulator	2,83	1,538
Augmented / Virtual Reality	2,80	1,570

Accordingly, Table 5 below gives the rankings achieved for mental effort and perceived ease.

Table 5*Positions achieved for mental effort and perception of ease*

Mental effort		Perception of ease	
Media – Resource	Ranking	Media – Resource	Ranking
Laptop	3.14	Augmented/Virtual Reality	2,80
Web/Internet	3.01	Simulator	2,83
Smartphone	2.99	Social Networking	2,40
Printed material	2.78	Smartphone	2,38
Tablet	2.70	Tablet	2,15
Fixed computer	2.55	Video / TV	2,08
Video/TV	2.39	Fixed computer	2,04
Social Networking	2.38	Web/Internet	1.84
Simulator	2.27	Laptop	1,70
Augmented reality/virtual reality	2.26	Printed material	1,06

The first thing that can be noted is that a large majority of means require subjects to invest mental effort above or slightly close to the mean of the scale. While in the case of ease only two resources are above average. We found some with slightly easier perceptions, such as printed materials and computers, both stationary and portable.

The research also sought to analyse whether the branch of study the student was studying had an impact on the investment of mental effort they would make with the different resources and on the perception of ease they would have with respect to them. For this purpose, the Kruskal-Wallis statistic was applied for both cases, the post hoc test, if the null hypothesis was rejected and the student's gender had an impact on the amount of mental effort they would invest.

For this purpose, the following hypotheses were formulated:

- Null hypothesis (H₀): There are no significant differences depending on the course of study studied by the students in the amount of mental effort invested in different materials to understand and capture information, as well as in the ease they perceive with respect to the same media to learn with them with an alpha risk of error of 0.05.
- Alternative hypothesis (H₁): If there are significant differences depending on the course of study taken by the students in the amount of mental effort invested in different materials to understand and capture information, as well as in the ease they perceive with respect to the same media to learn with them with an alpha risk of error of 0.05.

Table 6 shows the results achieved.

Table 6
Kruskal-Wallis scores to accept or reject H0 or H1

Dimension	Kruskal-Wallis	gl	sig
How much mental effort you invest in understanding and capturing information, according to:			
Printed material	15,424	4	0,004(**)
Fixed computer	24,498	4	0,000(**)
Laptop computer	27,132	4	0,000(**)
Tablet	8,207	4	0,084
Smartphone	7,520	4	0,111
Video / TV]	5,735	4	0,220
Web/Internet	20,880	4	0,000(**)
Social Networking	7,041	4	0,134
Simulator	2,129	4	0,712
Augmented / Virtual Reality	3,651	4	0,455
How easy is it for you to learn with such media?			
Printed material	12,801	4	0,012(**)
Fixed computer	12,476	4	0,014(**)
Laptop computer	4,665	4	0,323
Tablet	12,047	4	0,017(**)
Smartphone	1,294	4	0,862
Video / TV]	5,511	4	0,239
Web/Internet	10,808	4	0,029(*)
Social Networking	14,379	4	0,006(**)
Simulator	9,292	4	0,054(*)
Augmented / Virtual Reality	21,515	4	0,000(**)

Note: * = significant at 0,05; ** = significant at 0,01

The results obtained in the case of the investment of mental effort expended allow us to reject the following H0, at $p \leq 0.05$ or lower for the following resources: printed material, fixed computer, laptop computer, and Web/Internet.

And for the resulting ease of learning, the means in which the H0s were rejected, at $p \leq 0.05$ or lower, were as follows: printed material, fixed computer, laptop, Web/Internet, Social Networking, simulator, and augmented/virtual reality.

In other words, there were significant differences between students' degree courses, perceptions of mental effort and ease of use with respect to different media and resources.

The data found suggest that there are differences in the investment of mental effort and the perception of ease of learning with different resources, depending on the branch of studies pursued by the students.

In order to analyse the differences between branches of study, we applied the rank test (Table 7) in those cases in which the Ho had been rejected.

Table 7

Rank test to analyze differences between study branches

Media - Resources	Areas	n	Mid-range
Mental effort			
Printed material	Arts and Humanities	366	1130,13
	Sciences	122	1166,30
	Health Sciences	134	1051,08
	Social Sciences and Legal Sciences	1320	1056,94
	Engineering and Architecture	188	944,64
Fixed computer	Arts and Humanities	290	962,59
	Sciences	100	953,24
	Health Sciences	114	1054,15
	Social Sciences and Legal Sciences	1132	879,52
	Engineering and Architecture	164	796,57
Laptop computer	Arts and Humanities	366	1126,81
	Sciences	122	1069,96
	Health Sciences	134	1209,07
	Social Sciences and Legal Sciences	1320	1058,14
	Engineering and Architecture	188	892,59
Web/Internet	Arts and Humanities	360	1104,05
	Sciences	122	1055,39
	Health Sciences	130	1147,70
	Social Sciences and Legal Sciences	1310	1052,28
	Engineering and Architecture	182	882,18
Ease of learning			

Media - Resources	Areas	n	Mid-range
Printed material	Arts and Humanities	366	1030,42
	Sciences	122	963,52
	Health Sciences	134	1062,44
	Social Sciences and Legal Sciences	1322	1071,12
	Engineering and Architecture	188	1174,00
Fixed computer	Arts and Humanities	296	906,16
	Sciences	104	815,35
	Health Sciences	114	928,22
	Social Silences and Legal Sciences	1152	939,59
	Engineering and Architecture	166	830,01
Web/Internet	Arts and Humanities	350	993,10
	Sciences	120	963,28
	Health Sciences	128	1097,50
	Social Sciences and Legal Sciences	1302	1063,82
	Engineering and Architecture	180	974,90
Social Networking	Arts and Humanities	308	914,08
	Sciences	104	789,69
	Health Sciences	104	792,69
	Social Silences and Legal Sciences	1162	914,69
	Engineering and Architecture	130	972,02
Augmented/Virtual Reality	Arts and Humanities	158	480,17
	Sciences	50	367,94
	Health Sciences	38	307,92
	Social Sciences and Legal Sciences	556	435,18
	Engineering and Architecture	62	415,37

Next, the Kruskal-Wallis one-factor non-parametric post hoc ANOVA test (Dunn's test) will be applied (Dinno, 2015) and then for those that were significant, Cohen's d statistic (Cohen, 1988) will be calculated to analyze the effect size.

For the sake of completeness, only those pair-wise comparisons that were significant at $p \leq 0.05$ or lower will be presented and these will also be the ones on which we will obtain the effect size (Table 8).

Table 8*Pair-wise comparison*

Dimension - Resource – pair-wise area	Test Standard Dev.	Sig.	d
Mental effort			
Printed material			
Engineering and Architecture-Social and Legal Sciences	2,383	,017	0,181
Engineering and Architecture-Arts and Humanities	3,419	,001	0,298
Engineering and Architecture-Sciences	3,153	,002	0,364
Social Sciences and Legal Sciences - Arts and Humanities	2,049	,040	0,116
Fixed Computer			
Engineering and Architecture-Sciences	2,424	,015	0,272
Engineering and Architecture-Arts and Humanities	3,336	,001	0,286
Engineering and Architecture-Health Sciences	4,147	,000	0,493
Social and Legal Sciences-Arts and Humanities	2,478	,013	0,141
Social and Legal Sciences-Health Sciences	3,489	,000	0,351
Laptop			
Engineering and Architecture-Social and Legal Sciences	3,528	,000	0,287
Engineering and Architecture-Sciences	2,534	,011	0,322
Engineering and Architecture-Arts and Humanities	4,336	,000	0,395
Engineering and Architecture-Health Sciences	4,650	,000	0,538
Web/Internet			
Engineering and Architecture-Social and Legal Sciences	3,608	,000	0,288
Engineering and Architecture-Sciences	2,484	,013	0,313
Engineering and Architecture-Arts and Humanities	4,093	,000	0,369
Engineering and Architecture-Health Sciences	3,880	,000	0,468
Ease			
Printed material			
Engineering and Architecture-Social and Legal Sciences	1,956	,050	0,078
Engineering and Architecture-Arts and Humanities	2,920	,004	0,207
Engineering and Architecture-Sciences	2,812	,005	0,248
Fixed Computer			

Dimension - Resource – pair-wise area	Test Standard Dev.	Sig.	d
Health Sciences-Engineering and Architecture	-2,227	,026	0,275
Health Sciences-Sciences	2,142	,032	0,256
Social and Legal Sciences-Engineering and Architecture	-2,297	,022	0,182
Social and Legal Sciences-Sciences	2,054	,040	0,164
Tablet			
Health Sciences-Arts and Humanities	2,056	,040	0,284
Health Sciences-Engineering and Architecture	-2,285	,022	0,328
Health Sciences-Sciences	2,554	,011	0,343
Smartphone			
Health Sciences-Social and Legal Sciences	-2,697	,007	0,299
Health Sciences-Arts and Humanities	3,217	,001	0,375
Health Sciences-Sciences	4,321	,000	0,639
Engineering and Architecture-Arts and Humanities	2,437	,015	0,219
Engineering and Architecture-Sciences	3,739	,000	0,476
Social and Legal Sciences-Sciences	3,142	,002	0,323
Arts and Humanities-Sciences	-2,090	,037	0,245
Social Networking			
Engineering and Architecture-Social and Legal Sciences	2,671	,008	0,240
Engineering and Architecture-Sciences	2,309	,021	0,266
Engineering and Architecture-Arts and Humanities	3,152	,002	0,333
Health Sciences-Social and Legal Sciences	-2,044	,041	0,211
Health Sciences-Arts and Humanities	2,573	,010	0,297
Simulator			
Social and Legal Sciences - Arts and Humanities	3,209	,001	0,314
Social and Legal Sciences-Health Sciences	2,620	,009	0,435
Social and Legal Sciences-Engineering and Architecture	-4,074	,000	0,488
Social and Legal Sciences-Sciences	3,657	,000	0,485
Augmented reality			
Social and Legal Sciences - Arts and Humanities	4,096	,000	0,385
Social and Legal Sciences-Sciences	2,531	,011	0,368
Social and Legal Sciences-Health Sciences	2,790	,005	0,447

The results suggest that in the case of mental effort, it is the students in the “Engineering and Architecture” fields who show the greatest degree of difference with respect to students in other fields. Moreover, in all cases, it is these students who indicate that they invest less mental effort with the different resources to understand and capture the information. These differences were found in all of the means in which H_0 was rejected and H_1 was accepted. Significant differences were also found between those in Social and Legal Sciences and those in “Arts and Humanities” and with those in “Health Sciences” in the case of the mental effort invested with the fixed computers; in these cases, it was those in Health Sciences, followed by those in “Arts and Humanities”, who indicated that they invested more effort.

In the case of ease, the data were not as homogeneous as in the previous case. Although the most significant differences were found with the “Social and Legal Sciences” students, who had the highest scores in all the resources in which H_0 was rejected, followed later by the “Arts and Humanities” students.

As far as effect sizes are concerned, according to Cohen’s (1988) proposal, they can be considered low, except in the following cases for mental effort: Engineering and Architecture-Health Sciences (fixed computer), Engineering and Architecture-Health Sciences (laptop) and Engineering and Architecture-Health Sciences (web/internet); which can be considered moderate. And in the following cases for facility: “Health Sciences-Sciences (Smartphone), Engineering and Architecture-Sciences (Smartphone), Social and Legal Sciences-Engineering and Architecture”; and “Social and Legal Sciences-Sciences” (simulator) which can also be considered moderate.

Finally, we analyzed whether there was a relationship between the amount of mental effort that students said they would invest with different media and for different actions, and the perceived ease they had with respect to different resources and for carrying out different activities. For this we applied Spearman’s correlation coefficient (Table 9).

Table 9
Spearman correlation coefficient

Resource	Correlation	Sig
Printed material	,273	,000
Fixed computer	,251	,000
Laptop computer	,288**	,000
Tablet	,213**	,000
Smartphone	,155**	,000
Video / TV	,237**	,000
Web/Internet	,366**	,000
Social Networking	,268**	,000

Resource	Correlation	Sig
Simulator	,294**	,000
Augmented / Virtual Reality	,317**	,000

The results highlight two aspects: firstly, that the correlations are all significant at the level of $p \leq 0.01$; and secondly that they are all positive in consequence when one of the variables increases the other increases as well. In our case, when students indicate that they invest more mental effort with different media it is also because they perceive that they find it more difficult to learn with them. It should also be noted that the correlations obtained are not very high according to Mateo (2004).

DISCUSSION/CONCLUSION

The conclusions of our research go in different directions. The first one is that we have not found a preference for technological media and resources as much as one would expect from the comments referring to them as highly technical people. Moreover, for activities that could be considered as having a strong academic connection (academic reading, searching for information, preparing for an exam or recalling information) they prefer printed materials over other digital resources. In this aspect our findings are in line with the research of Kazanci (2015), Farinosi et al. (2016) and Parodi et al. (2019).

Similarly, different studies show that students prefer printed material for these types of questions. For example, studies such as those by Mizrachi (2015), Pálsdóttir and Einarsdóttir (2016), Baron et al. (2017) or Furenes et al. (2021) show that students prefer this type of material because it is easier to annotate; or that printed materials favour student concentration by making it easier to remember, highlight, annotate and revise the text (Delgado et al., 2018; Pálsdóttir, 2019).

At the same time, our work goes against what is indicated by different authors who consider these people to be “digital natives”, as users of a great galaxy of technological resources; rather, the findings indicate very little variability of resources: printed materials and laptop. In this aspect, the results coincide with those studies that point to the low variability of the resources they use, and, furthermore, to the low use of activities to which they dedicate them (Cabero-Almenara et al., 2020; Desmurget, 2020).

It has been found that students tend to have different perceptions of the different media and resources indicated, in terms of the level of effort they would invest in understanding and capturing information, as well as the ease with which they find learning through different media. Also, and in line with other work, a direct relationship has been found between the mental effort invested by students in processing information through different media and their perception of how easy it

is for them to learn. This is directly related to the theory of mental effort traditionally formulated by Salomon (1981).

Additionally, it has also been found that the students' perception of the ease and usefulness of the medium depends on the branches of study studied by the students. In our case, it is the "Engineering and Architecture" students who show a higher degree of use of the diversity of resources used. This could be due to the wide range of technologies used in these disciplines, where, for example, technologies such as augmented reality are used more and more constantly; and even to the acquisition of digital skills and the construction of a digital identity, as pointed out in their studies by Engeness (2021), Peel (2020), Rodríguez-Abitia (2020) and Starkey (2020).

Therefore, initial training plays a crucial role with regard to the use of technologies in the development of educational activities, and how these have an impact on: students' own mental efforts, the processing of information and the acquisition of digital competences for their future professional development.

Finally, the limitations of the study are presented, as well as lines of future research. Regarding the former, one of the limitations is in the use of a self-perception questionnaire. The study is based on the opinions of students regarding the use of technology. For future work, it is recommended to triangulate this data with others such as the level of digital competence or usage preferences. In addition, other data collection instruments are proposed, such as the objective questionnaire or the semi-structured interview. Likewise, future studies can focus on performing a contrast taking into account the level of digital competence of the students.

REFERENCES

- Baron, N. S., Calixte, R. M., & Havewala, M. (2017). The persistence of print among university students: an exploratory study. *Telematics and Informatics*, 34(5), 590-604. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2016.11.008>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., & Martínez-Pérez, S. (2020). Estudiantes: ¿nativos digitales o residentes y visitantes digitales? *Opción*, 36(39-2), 796-820.
- Cabero-Almenara, J., Duarte, A., Pérez, J., & Romero, R. (1995). Predisposiciones hacia la televisión/video y libro: su relación con algunas variables. *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*, 4, 77-89.
- Castellanos, A., Sánchez, C., & Calderero, J. (2017). Nuevos modelos tecnopedagógicos. Competencia digital de los alumnos universitarios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1), 1-9. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.1.1148>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Erlbaum.
- Colomo, E., Gabarda, V., Cívico, A., & Cuevas, N. (2020). Percepción de estudiantes sobre el uso del videoblog como recurso digital en educación superior. *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*, 59, 7-25. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74358>
- Creighton, Th. (2018). Digital Natives, Digital Immigrants, Digital Learners: An International Empirical Integrative

- Review of the Literature. *ICPEL Education Leadership Review*, 19(1), 132-140.
- Delgado, P., Vargas, C., Ackerman, R., & Salmerón, L. (2018). Don't throw away your printed books: A meta-analysis on the effects of reading media on reading comprehension. *Educational Research Review*, 25, 23-38. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.09.003>
- Desmurget, M. (2020). *La fábrica de cretinos digitales*. Península
- Dinno, A. (2015). Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test. *The Stata Journal*, 15(1), 292-300. <https://doi.org/10.1177/1536867X1501500117>
- Dunlosky, J., Badali, S., Rivers, M., & Rawson, K. (2020). The Role of Effort in Understanding Educational Achievement: Objective Effort as an Explanatory Construct Versus Effort as a Student Perception. *Educational Psychology Review*, 32, 1163-1175. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09577-3>
- Engeness, I. (2021) Developing teachers' digital identity: towards the pedagogic design principles of digital environments to enhance students' learning in the 21st century, *European Journal of Teacher Education*, 44(1), 96-114, <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1849129>
- Farinosi, M., Lim, C., & Roll, J. (2016). Book or screen, pen or keyboard? A cross-cultural sociological analysis of writing and reading habits basing on Germany, Italy and the UK. *Telematics and Informatics*, 33(2), 410-421. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2015.09.006>
- Feldon, D. F., Callan, G., Juth, S., & Jeong, S. (2019). Cognitive Load as Motivational Cost. *Educational Psychology Review*, 31, 319-337. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09464-6>
- Ferrero, E., & Cantón, I. (2020). Perception about the Influence of ICT Tools on Knowledge Management Processes in Grade of Primary Education. *Píxel- Bit. Revista De Medios Y Educación*, 59, 65-96. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.75070>
- Fortunati, L., Vincent, J., (2014). Sociological insights on the comparison of writing/reading on paper with writing/reading digitally. *Telematics Inform.* 31(1), 39-51. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2013.02.005>
- Furenes, M. I., Kucirkova, N., & Bus, A. G. (2021). A Comparison of Children's Reading on Paper Versus Screen: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 91(4), 483-517. <https://doi.org/10.3102/0034654321998074>
- Gergen, K. (1996). *Realidades y relaciones: aproximación a la construcción social*. Paidós.
- Granada, M. (2019). Educación y exclusión digital: los falsos nativos digitales. *Revista de Estudios socioeducativos*, 7, 27-41. https://doi.org/10.25267/Rev_estud_socioeducativos.2019.i7.02
- Hu, L., & Bentler, P. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Kazanci, Z. (2015). University students' preferences of reading from a printed paper or a digital screen – A longitudinal study. *International Journal of Culture and History*, 1, 50-53. <https://doi.org/10.18178/ijch.2015.1.1.009>
- Kutcher, M. (2018). *Niños conectados*. Mensajero.
- Lai, K., & Hong, K. (2015). Technology use and learning characteristics of students in higher education: Do generational differences exist? *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 725-738. <https://doi.org/10.1111/bjet.12161>
- López-Cortés, F., Ravalan, E., Palma, C., & Merino, C. (2021). Niveles de representación externa de estudiantes

- de Educación Secundaria acerca de la división celular mitótica: una experiencia con realidad aumentada. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 62, 7-37. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.84491>
- López-Gil, M., & Bernal, C. (2019). El perfil del profesorado en la Sociedad Red: reflexiones sobre las competencias digitales de los y las estudiantes en Educación de la Universidad de Cádiz. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 11, 83-100.
- Mangen, A., Walgermo, B., & Bronnck, K. (2013). Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *International Journal of Educational Research*, 58, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.002>
- Mas, X. (2017). *El tejido de Weiser. Claves, evolución y tendencias de la educación digital*. OuterEDU.
- Mateo, J. (2004). La investigación ex post-facto. En R. Bisquerra (Coord.), *Metodología de la investigación educativa* (pp. 195-203). La Muralla.
- Mizrachi, D. (2015). Undergraduates' academic reading format preferences and behaviors. *Journal of Academic Libraries*, 41(3), 301-311. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2015.03.009>
- Paas, F., Tuovinen, J. E., van Merriënboer, J. J., & Darabi, A. A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology Research and Development*, 53, 25-34. <https://doi.org/10.1007/BF02504795>
- Pálsdóttir, Á., & Einarisdóttir, S. B. (2016). Print vs. digital preferences: study material and reading behavior of students at the University of Iceland. In S. Kurbanoglu, J. Boustany, S. Špiranec, E. Grassian, D. Mizrachi, L. Roy & T. Çakmak (Eds.), *Information literacy: key to an inclusive society* (pp. 228-237). Springer.
- Pálsdóttir, A. (2019). Advantages and disadvantages of printed and electronic study material: Perspectives of university students. *Information Research*, 24(2), 828. https://doi.org/10.1007/978-3-319-52162-6_22
- Parodi, G., Moreno-de-León, T., Cristóbal, J., & Burdiles, G. (2019). Generación Google o Generación Gutenberg: Hábitos y propósitos de lectura en estudiantes universitarios chileno. *Comunicar*, 58, 85-94. <https://doi.org/10.3916/C58-2019-08>
- Peel, K. L. (2020). Everyday Classroom Teaching Practices for Self-Regulated Learning. *Issues in Educational Research*, 30(1), 260-282.
- Rodríguez-Abitia, G., Martínez-Pérez, S., Ramírez-Montoya, M. S., & López-Caudana, E. (2020). Digital Gap in Universities and Challenges for Quality Education: A Diagnostic Study in Mexico and Spain. *Sustainability*, 12(21), 9069. <https://doi.org/10.3390/su12219069>
- Romero-Rodríguez, L., Contreras, P., & Pérez, A. (2019). Media competencies of university professors and students. *Cultura y Educación*, 31(2), 326-368 <https://doi.org/10.1080/11356405.2019.1597564>
- Salas-Rueda, R. A. (2020). Percepciones de los estudiantes sobre el uso de Facebook y Twitter en el contexto educativo por medio de la ciencia de datos y el aprendizaje automático. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 58, 91-115. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74056>
- Salomon, G. (1981). *Communication and Education: An Interactional Approach*. Sage.
- Salomon, G. (1983). The differential investment of mental effort in learning from different sources. *Educational Psychologist*, 18(1), 42-50. <https://doi.org/10.1080/00461528309529260>

- Starkey, L. (2020). A Review of Research Exploring Teacher Preparation for the Digital Age. *Cambridge Journal of Education*, 50(1), 37-56. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2019.1625867>
- Valencia-Arias, A., Benjumea, M. L., Morales, D., Silva, A., & Betancur, P. (2018). Actitudes de docentes universitarios frente al uso de dispositivos móviles con fines académicos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(78), 761-790.

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 17/03/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 04/04/2022

Evaluación de la competencia digital de futuros docentes desde una perspectiva de género

Assessment of the Digital Competence of Future Teachers from a Gender Perspective



 María Rosa Fernández-Sánchez - *Universidad de Extremadura (España)*

 Juan Silva-Quiroz - *Universidad de Santiago de Chile (Chile)*

RESUMEN

La competencia digital es una de las competencias básicas para lograr una ciudadanía digitalmente alfabetizada. En la formación universitaria, esta competencia es relevante en los planes de estudio, requiriendo una capacitación adecuada desde el contexto profesional específico y también de manera que permita enriquecer la formación académica y el desarrollo personal de cada estudiante. La competencia digital adquiere una especial relevancia para desarrollar la competencia digital docente, por lo que es necesario trabajarla durante los primeros años de la formación inicial del profesorado. Este artículo expone los resultados de una investigación desarrollada con estudiantes de primer año de Pedagogía en tres universidades públicas chilenas. El estudio tuvo como propósito determinar el nivel de competencia digital de los/as estudiantes y visibilizar la influencia del género en los niveles de logro de esta competencia a partir de la aplicación del instrumento de evaluación COMPDIG-PED, basado en el Marco Europeo de Competencias Digitales (DIGCOMP). Para realizar la investigación se utilizó una metodología cuantitativa, con una muestra representativa estratificada de 817 estudiantes. Los resultados muestran que se identifican diferencias estadísticamente significativas en las áreas de Comunicación y colaboración, Creación de contenidos digitales y Resolución de problemas, en las cuales los hombres reportaron mayores puntuaciones que las mujeres. Esta cuestión pone en evidencia la brecha digital de género en la formación inicial de los/as futuros/as docentes en el contexto de estudio.

Palabras clave: competencia digital; evaluación, formación del profesorado; educación superior; género.

ABSTRACT

Digital competence is one of the key competencies to achieve a digitally literate citizenship. In university education, this competence is relevant in the curriculum, which should be developed based on this specific professional context and also in a way that allows enrichment the academic training and personal development of each student. Digital competence acquires special relevance to develop digital competence among teachers, for which it is necessary to work on it during the first years of initial teacher training. This article presents the results of research developed with first-year Pedagogy students from three Chilean public universities. The purpose of the study was to determine the level of digital competence among students and to make visible the influence of gender on the levels of achievement in this competence through the application of the assessment instrument COMPDIG-PED, based on the European Framework of Digital Competences (DIGCOMP). A quantitative methodology was used to carry out the research with a stratified representative sample of 817 students. The results show that statistically significant differences are identified in the areas of Communication and Collaboration, Creation of Digital Content and Problem Solving, in which men scored higher than women. This issue highlights the digital gender gap in the initial training of future teachers in the context of the study.

Keywords: digital competence; assessment; teacher training; higher education; gender.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se observa una tendencia importante en el desarrollo de investigaciones relacionadas con las competencias que la ciudadanía necesita para desenvolverse en la sociedad tecnologizada en la que vivimos, situando la información, su gestión y su transformación en conocimiento, como uno de los tópicos clave, especialmente en el ámbito educativo. Muchos de estos estudios se centran en la competencia digital (CD) en los contextos de educación superior, y más concretamente, en el análisis del nivel competencial de estudiantes y de docentes (Gisbert et al., 2016). Son muchas las investigaciones que recogen aproximaciones conceptuales a lo que se entiende por CD. La confluencia entre varias disciplinas, el origen epistemológico diverso y la variedad de terminología utilizada (habilidades digitales, alfabetización digital, alfabetización informacional, e-competencias, entre otros) hace que no se llegue a un concepto totalmente clarificador (Sillat et al., 2021). Lo que sí se evidencia es una orientación clara hacia definiciones con una perspectiva conceptual más pedagógica, haciendo referencia a las habilidades para la toma de decisiones educativas con tecnologías (From, 2017; Sánchez-Caballé et al., 2020). Esta perspectiva se centra en la idea de que un sujeto más informado de sus posibilidades para aprender con las tecnologías podría gestionar y desarrollar mejor su entorno personal de aprendizaje a lo largo y ancho de su vida. De este modo, se apuesta por el avance de la investigación en los estudios sobre CD desde la Tecnología Educativa, para que tengan impacto visible en el mundo educativo, teniendo en cuenta otras competencias complementarias y el conocimiento y uso de herramientas que de verdad potencien las posibilidades de toma de decisiones autónoma y enriquecida (Area, 2020; Castañeda et al., 2020).

La competencia digital y su evaluación

Algunos estudios sobre las tecnologías digitales en adolescentes y jóvenes avalan que utilizan diversas herramientas digitales, aprenden, se comunican y comparten contenidos a través de internet (García et al., 2013; González-Ramírez y López-Gracia, 2018). Sin embargo, la suposición de que existe una generación de personas jóvenes que se caracterizan por su familiaridad y confianza con las tecnologías digitales, con altos niveles de alfabetización digital y que tienen diferentes estilos de aprendizaje y características de comportamiento, ha sido cuestionada internacionalmente sobre la base de estudios como los de Bennett et al. (2008), Helsper y Eynon (2010), Margaryan et al., 2011 o Thompson (2013). Estos estudios concluyen, de modo general, que los/as estudiantes tienen una diversidad de niveles de uso de la tecnología que no implica, necesariamente, un gran conocimiento de las mismas ni una adecuada alfabetización digital. Es decir, que no hay evidencias de que nuestros/as estudiantes universitarios utilicen la tecnología digital de una manera radicalmente diferente a las de otras generaciones (Gallardo et al., 2015).

Existen evidencias que dejan constancia de que los/as estudiantes pasan mucho tiempo diario expuestos a internet, la mayor parte mirando redes sociales, buscando información o noticias (Johnson y Kaye, 2014; López-Meneses et al., 2020).

Una gran parte de las investigaciones que analizan la CD están relacionadas con la evaluación autoperceptiva que tienen los/as estudiantes sobre su propia competencia o se orientan a obtener una comprensión de la CD en cada área de investigación (Colás-Bravo et al., 2019). Por ello, nos encontramos con una variedad de marcos de referencia que se usan para diseñar esos instrumentos de autoevaluación. Estos estudios muestran que el alumnado percibe que tiene altas capacidades en la dimensión más instrumental, pero bajas en la dimensión más axiológica, es decir, en aquellas habilidades que se relaciona con el cuestionamiento crítico, ético y reflexivo del uso y manejo de las tecnologías digitales (Cerdeira et al., 2018). A esto se une que, estos/as estudiantes, poseen buenas habilidades digitales para actividades sociales y de ocio con tecnologías digitales, pero no para transferir esas destrezas a sus procesos de aprendizaje (González-Calatayud et al., 2018). Zhao et al. (2021) afirman que existe poco conocimiento de cómo la CD está inmersa en los procesos de enseñanza y aprendizaje en educación superior y destacan la importancia de evaluarla para desvelar en qué dimensiones no se están alcanzando niveles básicos de formación. Por otro lado, Sillat et al. (2021) inciden en la necesidad de evaluar la CD en los diferentes campos profesionales para comprender lo que se requiere en cada contexto, considerando apropiado el diseño de evaluaciones centradas en evidencias.

La relación género, tecnologías y educación

En la última década, los estudios que han abordado las relaciones de las tecnologías digitales (TD) con especial énfasis en las diferencias de género, no han ofrecido resultados muy alentadores, evidenciando la permanencia de una brecha en este ámbito (Calvo, 2019; Prendes et al., 2020). En un estudio realizado por Fraillon et al. (2014) en catorce países, se confirma que, si se analizan los niveles de CD avanzada, los hombres obtienen puntuaciones significativas y sustancialmente más altas que las mujeres. Rebollo et al. (2017) revelan que las mujeres se perciben con un nivel intermedio en el uso de redes sociales, pero muestran niveles muy básicos en lo referido a competencias informativas y creativas. Más actualmente, en el último estudio publicado por organismos internacionales (ITU, 2022) se evidencia que la brecha digital de género se ha acentuado, considerablemente, con la pandemia COVID-19. Pedraza (2021) muestra la desigualdad en el acceso, uso y apropiación de las tecnologías digitales en el contexto actual. Estos estudios determinan la clara necesidad de avanzar hacia el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas que, en el contexto de las tecnologías, se dirigen en la disminución de la brecha de género en cuanto a competencias digitales necesarias para aprender y mejorar la vida de las mujeres.

La falta de formación permanente del profesorado en CD (Pinedo et al., 2018) y la falta de referentes femeninos en el curriculum (Sáez y Clavero, 2016) también se consideran, en la literatura, factores importantes que hacen que la brecha de género se continúe perpetuando (Prendes et al., 2020). Además, se resalta que las profesoras, a pesar de manifestar buen nivel de desempeño en el uso pedagógico de las TIC (Silva y Astudillo, 2012), se autoperciben como menos competentes en el uso de las TD que sus homólogos, cuestión que confirma que los imaginarios sociales que se construyen en relación con las tecnologías digitales siguen siendo de dominio masculino (Gil-Juárez et al., 2012). Esto además puede traducirse en la formación inicial del profesorado, en la que las estudiantes se sienten menos capaces para utilizar herramientas tecnológicas (Sáinz, 2013). Este hecho alimenta esa brecha de género en los contextos educativos en el que las profesoras, de manera inconsciente, pueden llegar a reproducir una imagen estereotipada de las mujeres carentes de conocimientos informáticos (Gebhardt et al., 2019). Debemos tener en cuenta, además, que las jóvenes se apropian de las TD de manera distinta, desarrollando habilidades y prácticas con tecnologías diversas que infieren en el desarrollo de su CD (González-Ramírez y López-Gracia, 2018; Flores-Lueg y Roig-Vila, 2017). Así, algunos estudios revelan que existen diferencias significativas en el modo en que buscan información, en la forma de comunicación, en la creación de contenidos en las redes o incluso en cómo resuelven un problema (Gil-Juárez et al., 2012). Pese a que el metaanálisis realizado por Siddiq y Scherer (2019) sobre las diferencias de género en la CD afirma que, cuando se mide el desempeño las mujeres presentan mejores puntajes, la autopercepción de éstas siguen apuntando a niveles bajos (Aesaert y van Braak, 2015).

Se observa en la literatura un gran interés sobre el desarrollo de las competencias digitales en la formación inicial de docentes en la actualidad, algunos abordando las diferencias de género (Pérez-Escoda et al., 2021; Joshi et al., 2020; Rodríguez-García et al., 2019). Cuando indagamos en los estudios sobre la relación entre el género y la competencia digital docente (CDD) observamos que existen resultados diversos, sin llegar a consenso global. Lo que sí se confirma es que las propuestas actuales de trabajo para el desarrollo de la CDD en la formación inicial, no favorece la disminución de la brecha digital de género ni tampoco la creación, en los/as futuros/as docentes, de una conciencia real sobre la necesidad de la igualdad de género en la sociedad (Prendes et al., 2020).

En el contexto actual, marcado por la transformación digital del ámbito educativo impulsada por la pandemia, la CD es fundamental para la formación de los futuros y las futuras docentes. Es necesario que el profesorado sea competente en el uso pedagógico de las TD, no solo para poder innovar en su práctica docente, sino también para reflexionar sobre su propia acción educativa y poder orientar a sus estudiantes para que sean participantes activos e igualitarios en los nuevos escenarios sociales (Esteve et al., 2022; García-Valcárcel y Martín, 2016).

El objetivo de la investigación que se presenta ha sido evaluar el nivel de desarrollo de la CD de los/as estudiantes de primer año de Pedagogía en Universidades públicas chilenas y estudiar la relación entre el nivel de logro de la CD y las diferencias de género. Debemos añadir que, en Chile, los estudios de Pedagogía se orientan a la profesión docente, tanto en educación básica como en media o secundaria, dependiendo de la especialidad concreta que se estudie. Tener en cuenta la perspectiva de género nos ayuda a visibilizar el conjunto de características que se asignan a una persona a partir del sexo biológico (Guil, 2016). Esta cuestión afecta especialmente a las mujeres y, concretamente en este estudio, a los niveles de CD en la formación inicial docente.

METODOLOGÍA

Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por 817 estudiantes de primer año de carreras de Pedagogía de tres universidades públicas del norte, centro y sur de Chile, seleccionadas por ser las que acogen el mayor número de estudiantes de esta titulación en el país y representar a las tres áreas geográficas principales de Chile. La investigación, se realizó el año académico 2020. Las características de los/as participantes de esta investigación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1
Caracterización de la muestra

Variable	Muestra Total (N = 817)	
	n	%
Género		
Femenino	532	65.1
Masculino	276	33.8
Otro	9	1.1
Establecimiento de egreso		
Municipal	320	39.2
Particular subvencionado	430	52.6
Particular pagado	48	5.9
Administración delegada	19	2.3
Carrera		
Pedagogía en Educación Parvularia	44	5.4

Variable	Muestra Total (N = 817)	
	n	%
Pedagogía en Educación Básica	240	29.4
Pedagogía en Educación Secundaria	437	53.5
Pedagogía en Educación Especial Diferencial	96	11.8
Universidad		
Universidad Zona Norte	277	33.9
Universidad Zona Centro	448	54.8
Universidad Zona Sur	92	11.3

Con relación al estudiantado que participó en la investigación, un 65,1% se identifican como mujeres y un 33,8% como hombres, más el 1,1% que se identificó como otros. Respecto al establecimiento del origen, un 52,6% corresponde a centros concertados y el 39,2% a centros municipales dependientes del Estado. Respecto a la carrera de Pedagogía que cursan, un 53,5% corresponde a secundaria y un 29,4% a básica. Finalmente, un 54,8% acceden a la Universidad desde la zona centro del país, un 33,9% desde la zona norte y un 11,3% desde la zona sur.

Instrumento

Para evaluar el nivel de CD en los estudiantes de Pedagogía de primer año, se utilizó el instrumento COMPDIG-PED construido considerando como referencia el marco DIGCOMP 2.1 (Carretero et al., 2017). El instrumento evalúa cinco áreas competenciales y 21 indicadores (Tabla 2).

Tabla 2

Dimensiones e indicadores evaluados por el COMPDIG-PED

Dimensiones	Indicadores
Información y alfabetización digital	1. Navegar, buscar y filtrar datos, información y contenidos digitales
	2. Evaluar datos, información y contenidos digitales.
	3. Gestión de datos, información y contenidos digitales

Dimensiones	Indicadores
Comunicación y colaboración online	4. Interactuar a través de tecnologías digitales.
	5. Compartir a través de tecnologías digitales.
	6. Participación ciudadana a través de las tecnologías digitales
	7. Colaboración a través de las tecnologías digitales.
	8. Comportamiento en la red.
Creación de contenidos digitales	9. Gestión de la identidad digital.
	10. Desarrollo de contenidos digitales.
	11. Integración y reelaboración de contenido digital.
	12. Derechos de autor y licencias de propiedad intelectual.
Seguridad en la red	13. Programación.
	14. Protección de dispositivos.
	15. Protección de datos personales y privacidad.
	16. Protección de la salud y del bienestar.
Resolución de problemas	17. Protección medioambiental.
	18. Resolución de problemas técnicos.
	19. Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas.
	20. Uso creativo de la tecnología digital.
	21. Identificar lagunas en las competencias digitales.

Una vez realizada exhaustivamente la revisión de las dimensiones e indicadores considerados por el Marco DIGICOMP 2.1, se generó el instrumento de evaluación (COMPDIG-PED) compuesto por preguntas tipo test con ítems cerrados y de opción múltiple. La prueba considera situaciones de uso de tecnologías digitales que un o una estudiante universitaria afronta en su vida personal y académica. Las siguientes figuras presentan ejemplos de ítems.

Figura 1
Ejemplo de Ítem

8 - ¿Cuál de estos servicios nos permiten guardar archivos de manera online?

I. Dropbox 	II. Chrome 
III. One Drive 	IV. Google Drive 

I y II.
 I, II y IV
 I, III y IV
 Solo IV

Figura 2
Ejemplo de Ítem

36 - Has bajado de la web un libro que tiene la siguiente licencia Creative Commons, la cual significa:



- Reconocimiento de la Autoria
 Reconocimiento Autoria – No Comercial
 Reconocimiento Autoria – No Comercial – Compartir Igual
 Reconocimiento Autoria - No Comercial - Sin Obra Derivada

La versión inicial del instrumento contó con 84 ítems, 4 por cada uno de los 21 indicadores establecidos. Con la finalidad de asegurar la validez de contenido del instrumento de evaluación, las 84 preguntas iniciales fueron validadas a través de juicio de expertos. Esta técnica, combinada con la aplicación de estrategias de

fiabilización (alfa de Crombach), es útil en la construcción de instrumentos válidos y fiables (Cabero y Llorente, 2013). Participaron 5 expertos/as vinculados al área de Tecnología Educativa y relacionados con la formación de docentes, procedentes de Chile (4) y España (1). Este proceso se realizó a través de matrices de validación, en las que cada experto/a evaluó con un Sí (1) o un No (0) las condiciones de validez de cada ítem. A partir de los puntajes asignados, se pudo establecer la calidad global de los ítems, obteniéndose variaciones de 73% a 100%. Finalmente, se seleccionaron las preguntas con un acuerdo en la valoración igual o superior al 80%.

La versión final del instrumento de evaluación quedó compuesta por los tres ítems mejor valorados para cada uno de los 21 indicadores. De este modo, el instrumento final COMPDIG-PED, contempla 63 ítems, 3 por cada uno de los 21 indicadores. La Tabla 3 muestra la composición del instrumento y los puntajes por dimensión. El indicador 1 considera los tres primeros ítems, el indicador 2 los tres siguientes y así sucesivamente. Los ítems son evaluados como “correctos” o “incorrectos”, con puntuaciones 0 y 1, respectivamente. A partir de lo anterior, el rango de posibles puntuaciones para cada indicador oscila entre 0 y 3, y el general del instrumento entre 0 y 63.

Tabla 3
El instrumento COMPDIG-PED

Dimensiones	Indicadores	Nº Ítems	Puntaje Máximo	Ítems
Información y alfabetización digital:	3	9	9	1-9
Comunicación y colaboración online	6	18	18	10-27
Creación de contenidos digitales	4	12	12	28-39
Seguridad en la red	4	12	12	40-51
Resolución de problemas	4	12	12	52-63

El análisis de confiabilidad del instrumento fue evaluado utilizando el indicador de Kuder-Richardson-21 (McGahee y Ball, 2009), que nos da la consistencia de las respuestas obtenidas a nivel total, siendo aceptable ($KR-21 = 0.60$). El alfa de Cronbach ($\alpha = 0.702$) presenta un nivel de fiabilidad bueno. El grado de dificultad de la prueba es adecuado ($GD = 55.06\%$) y la puntuación de rendimiento mínimo aceptable (PREMA) es de 60%.

Procedimiento de recogida y análisis de datos

La participación en la investigación fue voluntaria y se guardó el anonimato y la conformidad de cesión de datos, a través de un consentimiento informado previo a la aplicación digital del instrumento. Las respuestas se trataron con el programa de análisis estadísticos SSPS en su versión 22, que contempló un análisis descriptivo de los datos del instrumento de evaluación de la CD a nivel de dimensiones e indicadores. Los datos para las dimensiones e indicadores se analizaron en rangos de 0 a 1, de acuerdo con el puntaje mínimo y máximo que obtuvieron en cada uno. Posteriormente, se analizaron las pruebas t- de muestras independientes para evaluar las diferencias de medias en las puntuaciones obtenidas en los indicadores y en las dimensiones del COMPDIG-PED, según la diferencia entre hombres y mujeres. Las pruebas t- se muestran sobre los puntajes máximos en cada área.

RESULTADOS

Nivel de logro por dimensiones

A nivel de las dimensiones de la CD (Tabla 4), es posible observar que las puntuaciones obtenidas alcanzan el 0.551 de logro. Las dimensiones de Información y alfabetización digital (0.477), Creación de contenidos digitales (0.455) y Resolución de problemas (0.473) son las de menor logro, alcanzando niveles inferiores a 0.5. En tanto, Comunicación y colaboración online (0.582) y Seguridad en la red (0.73) son las que obtienen la mayor puntuación de logro.

Tabla 4

Nivel de logro por dimensiones

Área de Competencia Digital	Muestra Total (N=817)	
	Media	Desviación Estándar
Información y alfabetización digital (Indicadores 1-3)	0.477	0.164
Comunicación y colaboración online (Indicadores 4-9)	0.582	0.131
Creación de contenidos digitales (Indicadores 10-13)	0.455	0.145
Seguridad en la red (Indicadores 14-17)	0.732	0.143
Resolución de problemas (Indicadores 18-21)	0.473	0.162
Escala Total de Competencia digital	0.551	0.097

Nivel de logro por indicadores

En relación, específicamente, a los indicadores asociados a las 5 dimensiones de la CD (Tabla 5), se puede observar que el indicador de menor puntuación de logro es Programación (0.282), mientras que el mayor nivel de logro fue el indicador Protección de dispositivos (0.813).

Tabla 5
Nivel de logro por indicadores

Indicador	Muestra Total (N=817)	
	Media	Desviación Estándar
1. Navegar, buscar y filtrar datos, información y contenidos digitales	0.314	0.270
2. Evaluar datos, información y contenidos digitales	0.523	0.270
3. Gestión de datos, información y contenidos digitales	0.595	0.226
4. Interactuar a través de tecnologías digitales	0.506	0.285
5. Compartir a través de tecnologías digitales	0.644	0.248
6. Participación ciudadana a través de las tecnologías digitales	0.672	0.257
7. Colaboración a través de las tecnologías digitales	0.464	0.277
8. Comportamiento en la red	0.737	0.214
9. Gestión de la identidad digital	0.459	0.248
10. Desarrollo de contenidos	0.585	0.281
11. Integración y reelaboración de contenido digital	0.545	0.252
12. Derechos de autor (copyright) y licencias de propiedad intelectual	0.405	0.282
13. Programación	0.282	0.248
14. Protección de dispositivos	0.813	0.232
15. Protección de datos personales y privacidad	0.747	0.248
16. Protección de la salud y del bienestar	0.670	0.241
17. Protección medioambiental	0.697	0.224
18. Resolución de problemas técnicos	0.577	0.240
19. Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas.	0.490	0.282
20. Uso creativo de la tecnología digital	0.290	0.274
21. Identificar lagunas en las competencias digitales	0.534	0.281

En el área Información y alfabetización digital, el indicador Gestión de datos, información y contenidos digitales alcanza el mayor logro (0.595). En contraste, el indicador Navegar, buscar y filtrar datos, información y contenidos digitales, es el de menor logro obtenido (0.314). En el área Comunicación y colaboración online, el indicador Comportamiento en la red es el de mayor logro (0.737) y el indicador Gestión de la identidad digital es el de menor (0.459). En el área Creación de contenidos digitales, el indicador Desarrollo de contenidos es el indicador de mayor logro (0.585), y el indicador Programación es el de menor (0.282). En el área Seguridad en la red, el indicador Protección de dispositivos constituye el de mayor puntaje (con un 0.813) y el indicador Protección de la salud y del bienestar el de menor (0.670). Finalmente, en el área de Resolución de problemas, el indicador resolución de problemas técnicos muestra el mayor logro (0.577) y el indicador Uso creativo de la tecnología digital presenta el menor logro (0.290).

Nivel de logro con visión de género

El nivel de logro general para los hombres es mayor que en el caso de las mujeres (Tabla 6). El área de mejor logro para ambos es Seguridad en la red, registrando una media de 0.729 en los hombres y 0.733 para las mujeres. El área de CD de menor logro para los hombres es Información y alfabetización digital (0.479) y en el caso de las mujeres es Creación de contenidos digitales (0.440). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la variable género en el área de Comunicación y colaboración online ($t(806) = -2.205; p = 0.05$), en la cual los hombres ($M = 0.596; DT = 0.131$) reportaron mayores puntuaciones que las mujeres ($M = 0.575; DT = 0.131$). En el área de Creación de contenidos digitales ($t(806) = -3.683; p < 0.01$), los hombres ($M = 0.479; DT = 0.146$) también reportaron mayores puntuaciones que las mujeres ($M = 0.440; DT = 0.141$). Si analizamos el área Resolución de problemas ($t(806) = -3.208; p < 0.01$), los hombres ($M = 0.497; DT = 0.166$) nuevamente reportan mayores puntuaciones que las mujeres ($M = 0.459; DT = 0.157$). Por último, en el área de Información y alfabetización digital y Seguridad en la red, no se reportaron diferencias significativas.

Tabla 6

Nivel de logro por indicadores y diferencias entre hombres y mujeres

Área e Indicador de Competencia Digital	t (gl = 806)	p	Hombres (N = 276)		Mujeres (N = 532)	
			M	DT	M	DT
Información y alfabetización digital	0.701	0.483	0.471	0.170	0.479	0.160

Área e Indicador de Competencia Digital	t (gl =806)	p	Hombres (N = 276)		Mujeres (N = 532)	
			M	DT	M	DT
Navegar, buscar y filtrar datos, información y contenidos digitales	0.359	0.720	0.307	0.274	0.314	0.270
Evaluar datos, información y contenidos digitales	1.617	0.106	0.501	0.285	0.534	0.265
Gestión de datos, información y contenidos digitales	-0.848	0.397	0.604	0.211	0.590	0.234
Comunicación y colaboración online*	-2.205	0.028	0.596	0.131	0.575	0.131
Interactuar a través de tecnologías digitales	1.190	0.234	0.488	0.276	0.513	0.291
Compartir a través de tecnologías digitales	-0.942	0.346	0.656	0.260	0.639	0.243
Participación ciudadana a través de las tecnologías digitales	-1.049	0.295	0.685	0.243	0.665	0.264
Colaboración a través de las tecnologías digitales	-1.281	0.200	0.483	0.287	0.457	0.271
Comportamiento en la red	-2.302	0.022	0.762	0.215	0.726	0.213
Gestión de la identidad digital	-2.935	0.003	0.504	0.267	0.450	0.234
Creación de contenidos digitales**	-3.683	< .001	0.479	0.145	0.440	0.141
Desarrollo de contenidos	0.206	0.837	0.581	0.270	0.585	0.286
Integración y reelaboración de contenido digital	-2.416	0.016	0.572	0.236	0.528	0.268
Derechos de autor (copyright) y licencias de propiedad intelectual	-3.772	< .001	0.457	0.294	0.378	0.274
Programación	-2.012	0.045	0.306	0.257	0.269	0.241
Seguridad en la red	0.412	0.680	0.729	0.151	0.733	0.139
Protección de dispositivos	0.064	0.949	0.813	0.227	0.814	0.235
Protección de datos personales y privacidad	-0.669	0.504	0.755	0.248	0.742	0.249
Protección de la salud y del bienestar	0.625	0.532	0.663	0.252	0.674	0.234
Protección medioambiental	1.060	0.289	0.685	0.217	0.702	0.227
Resolución de problemas*	-3.208	0.001	0.497	0.166	0.469	0.157

Área e Indicador de Competencia Digital	t (gl = 806)	p	Hombres (N = 276)		Mujeres (N = 532)	
			M	DT	M	DT
Resolución de problemas técnicos	-3.698	< .001	0.621	0.228	0.555	0.245
Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas.	-3.883	< .001	0.542	0.277	0.462	0.281
Uso creativo de la tecnología digital	1.098	0.272	0.274	0.272	0.253	0.272
Identificar lagunas en las competencias digitales	-1.384	0.167	0.552	0.283	0.523	0.278
Escala Total de Competencia digital	-2.615	0.009	0.562	0.099	0.544	0.095

Nota. * $p < 0.05$, ** $p < 0.001$.

A nivel de indicadores (Tabla 6) para los/as estudiantes, tanto hombres como mujeres, el indicador de mayor logro es Protección de dispositivos con una media de 0.813 y 0.814 respectivamente. En el caso de los hombres, el segundo indicador de mayor logro es Comportamiento en la red (0.762) y, en las mujeres, es la Protección de salud y bienestar (0.742). El indicador de menor logro, tanto para los hombres como para las mujeres es Uso creativo de la tecnología digital con 0.273 y 0.252 respectivamente. El segundo indicador de menor logro para ambos es Programación, en la cual los hombres alcanzan una media de 0.306 y las mujeres de 0.257. En los análisis realizados, se reportan diferencias significativas en Comportamiento en la red ($t(806) = -2.2302$; $p < 0.05$), Gestión de la identidad digital ($t(806) = -2.935$; $p < 0.05$), Integración y reelaboración de contenido digital ($t(806) = -2.416$; $p < 0.05$), Derechos de autor y licencias de propiedad intelectual ($t(806) = -3.772$; $p < 0.01$), Programación ($t(806) = -2.012$; $p < 0.05$), Resolución de problemas técnicos ($t(806) = -3.698$; $p < 0.01$), e Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas ($t(806) = -3.883$; $p < 0.01$). En todos estos indicadores, como se observa en la Tabla 6, los hombres reportan puntajes mayores que las mujeres.

DISCUSIÓN

En esta investigación se han identificado los niveles de competencia digital en estudiantes chilenos de primer año de Pedagogía, analizando los datos desde una perspectiva de género. En relación con los niveles de CD, los resultados muestran que, en las áreas evaluadas, los/as estudiantes se sitúan en niveles ligeramente superiores a la mitad del puntaje máximo de logro para Información y alfabetización digital, Creación de contenidos digitales y Resolución de problemas. Solo lo superan las puntuaciones de las áreas de Comunicación y colaboración online y Seguridad

en la red. Esto apunta a niveles de CD básico en este estudiantado. Estos resultados coinciden con los encontrados por González et al. (2018) en España, que analiza la autoevaluación del nivel de estudiantes de Pedagogía de segundo año, utilizando el marco DIGCOMP. Sus niveles de logro presentan las mismas tendencias que las observadas en nuestro estudio. Sin embargo, nuestros resultados difieren con otros estudios como el de Segrera-Arellana et al. (2020), que analiza la autopercepción del nivel de Competencias Digitales de acuerdo con DIGICOMP. En esta investigación, la mayoría de los estudiantes universitarios se autoevalúa con alto nivel de logro, situándose en el nivel avanzado de esta competencia. Situación similar ocurre en Chile, donde los estudios de autopercepción muestran niveles altos de CD del estudiantado de Pedagogía (Ayala-Perez y Joo-Nagata, 2019). Esta cuestión evidencia que el nivel de competencia autopercibida por los/as estudiantes de Pedagogía suele ser mayor que el nivel de competencia evaluada, que reporta niveles básicos. En el mismo contexto en el que hemos realizado este estudio, pero con docentes en activo, Del Prete y Cabero (2018) confirman la no existencia de diferencias significativas, entre hombres y mujeres, en habilidades técnicas y pedagógicas y el uso de entornos virtuales de aprendizaje. Esta diferencia entre los docentes activos y en formación inicial, invita a reflexionar sobre la necesidad de mejora en la formación en CD y CDD que se está llevando a cabo en las Universidades.

Respecto a la variable género y el nivel de CD de los/as estudiantes de Pedagogía, el estudio revela diferencias significativas entre estudiantes hombres y mujeres, que sigue reflejando una brecha de género manifiesta. Especialmente, en las áreas de Creación de contenidos digitales, Comunicación y colaboración online y Resolución de problemas. Las dos primeras áreas se consideran fundamentales a nivel didáctico y curricular para desarrollar una Competencia Digital Docente, sin olvidar que, además, esta competencia implica nuevas perspectivas de la propia acción docente en estos contextos de transformación digital (Esteve et al., 2022). Sin embargo, en Información y alfabetización digital y en Seguridad en la red no se presentan diferencias evidentes, cuestión que parece apuntar a una cierta reducción de la brecha digital en estas dimensiones. A nivel general, nuestros resultados coinciden con González et al. (2018), que destacan el hecho de que los hombres obtienen medias superiores en todas las áreas competenciales de DIGCOMP, siendo esta diferencia significativa en las áreas de Información y alfabetización digital, Seguridad en la red y Resolución de problemas. También se encuentran coincidencias con Roig-Vila et al. (2015), que reflejan diferencias significativas entre hombres y mujeres, especialmente en las dimensiones relacionadas con la gestión de la información y las habilidades de comunicación. Sin embargo, los resultados obtenidos difieren de otros estudios como el de Ayala-Perez y Joo-Nagata (2019) o Cerda et al. (2018), que no encuentran diferencias significativas en el uso de tecnologías digitales e incluso afirman que las mujeres muestran un mejor logro en usos académicos y aprendizaje autónomo que los hombres.

CONCLUSIONES

La medición de la CD es un desafío crítico para comprender mejor su desarrollo en la práctica. Teniendo en cuenta que las pruebas de auto percepción suelen entregar valoraciones más altas de la CD que las pruebas de evaluación (Gabarda-Méndez et al., 2017), consideramos que las herramientas para medir los niveles de desarrollo de la CD en la formación inicial de los docentes, debería migrar de instrumentos de autoevaluación o auto percepción a pruebas de evaluación de la competencia, buscando enfoques que incluyan una diversidad de tipologías de evaluación. El instrumento diseñado presenta un punto de partida para evaluar la CD en el alumnado, al estar constituido por un conjunto de ítems que evalúan esta competencia teniendo en cuenta el contexto al que se dirige. Sin embargo, somos conscientes de que se centra específicamente en tres universidades públicas con contextos diferentes en un mismo país, lo que puede dificultar la generalización de los resultados a otros contextos internacionales. Además, sería interesante poder aplicarlo a otras áreas y en otras Universidades latinoamericanas, e incluso en otros contextos, o hacer algún estudio longitudinal que permita un diagnóstico comparativo actualizable en periodos establecidos.

Los resultados de este estudio permiten poner de manifiesto la identificación de las áreas críticas en la formación en CD con una visión de género, que puede permitir abordarlas en los primeros años de la formación inicial de los/as docentes. Surge, en este sentido, la necesidad de plantear, a corto plazo, análisis de los contextos en los que se mide la CD para idear medidas efectivas que acaben con la brecha digital de género. Es necesario empoderar a las mujeres a nivel tecnológico con referentes femeninos en el ámbito de las tecnologías, con programas de formación digital desde niveles inferiores, con estilos docentes flexibles y con enfoque de género que permitan un desarrollo profesional no estereotipado, además de aumentar el número de asignaturas enfocadas a la Tecnología Educativa en los planes de estudio, por ser un elemento fundamental para la implementación efectiva de las tecnologías en las aulas (Siddiq y Scherer, 2019). Hoy está muy extendida la denuncia contra la desigualdad de género a través del movimiento ciberfeminista, que relaciona tecnología y valores sociales para cambiar el mundo y vencer las desigualdades, y que tiene un gran potencial para trabajarlo en las aulas y transformar los “currículos ocultos” (Mérida, 2019). Desde este punto de vista, se nos presentan retos importantes relacionados con la igualdad en los nuevos escenarios de transformación digital que están abarcando todos los sectores de la sociedad y, especialmente, el educativo (Bejarano et al, 2019; López-Jiménez et al., 2020).

Si la competencia digital es una de las básicas para lograr una ciudadanía digitalmente alfabetizada y competente y existe una brecha en el desarrollo profesional de esta competencia en algunos contextos, necesitamos reflexionar desde las pedagogías feministas en la Universidad. Esto puede abrir un campo de

acción que contribuya a transformar y despatriarcar los proyectos de curriculum universitario, especialmente en la formación inicial docente.

REFERENCIAS

- Aesaert, K., y van Braak, J. (2015). Gender and socioeconomic related differences in performance based ICT competences. *Computers & Education*, 84, 8-25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.017>
- Area, M. (2020). El diseño de cursos virtuales: conceptos, enfoques y procesos pedagógicos. En J. M. García y S. García (Coords.), *Las Tecnologías en (y para) la Educación* (pp. 67-86). Montevideo, Uruguay. FLACSO Editorial.
- Ayala-Perez, T., y Joo-Nagata, J. (2019). The digital culture of students of pedagogy specialising in the humanities in Santiago de Chile. *Computers & Education*, 133, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.002>
- Bejarano, M. T., Martínez, I., y Blanco, M. (2019). Coeducar hoy. Reflexiones desde las pedagogías feministas para la despatriarcalización del curriculum. *Tendencias Pedagógicas*, 34, 37-50. <https://doi.org/10.15366/tp2019.34.004>
- Bennett, S., Maton, K., y Kervin, L. (2008). The «digital natives» debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), 775-786. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00793.x>
- Cabero, J., y Llorente, M. C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información (TIC). *Eduweb. Revista de Tecnología de Información Comunicación en Educación*, 7(2), 11-22. <https://bit.ly/2ZFzUvV>
- Calvo, M. E. (2019). Científicas e inventoras a través de los cuentos. *IQUAL*, 2, 147-170. <https://doi.org/10.6018/iQual.340701>
- Carretero, S., Vuorikari, R., y Punie, Y. (2017). *The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/38842>
- Castañeda, L., Salinas, J., y Adell, J. (2020). Hacia una visión contemporánea de la Tecnología Educativa. *Digital Education Review*, 37, 241-268. <http://greav.ub.edu/der/>
- Cerda, C., Saiz, J. L., Villegas, L., y León, M. (2018). Acceso, tiempo y propósito de uso de tecnologías digitales en estudiantes de pedagogía chilenos. *Estudios Pedagógicos*, 44(3), 7-22. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052018000300007>
- Colás-Bravo, P., Conde-Jiménez, J., y Reyes-de-Cózar, S. (2019). The development of the digital teaching competence from a sociocultural approach. *Comunicar*, 61, 21-32. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-02>
- Del Prete, A., y Cabero, J. (2018). Digital gender gap between teachers: a study at INACAP (Chile). In *11th annual International Conference of Education, Research and Innovation* (pp. 3695-3703). <https://doi.org/10.21125/iceri.2018.0182>
- Esteve, F. M., Llopis, M. A., y Adell, J. (2022). Nueva visión de la competencia digital docente en tiempos de pandemia. *Utopía y praxis Latinoamericana: Revista Internacional de Filosofía Iberoamericana y Teoría Social*, 27. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/utopia/article/view/e5790340>
- Flores-Lueg, C., y Roig-Vila, R. (2017). Gender and its impact on Pedagogy students' self-perceived digital competence. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 8(79) 79-96. <https://www.upo.>

- [es/revistas/index.php/IJERI/article/view/2429](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14222-7)
- Frailon J., Ainley J., Schulz W., Friedman T., y Gebhardt E. (2014). *Preparing for Life in a Digital Age*. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14222-7>
- From, J. (2017). Pedagogical Digital Competence. Between Values, Knowledge and Skills. *Higher Education Studies*, 7(2), 43-50. <https://doi.org/10.5539/hes.v7n2p43>
- Gabarda-Méndez, V., Rodríguez-Martín, A., y Moreno-Rodríguez, M. D. (2017). La competencia digital en estudiantes de magisterio. Análisis competencial y percepción personal del futuro maestro. *Educativo Siglo XXI*, 35, 253. <https://doi.org/10.6018/j/298601>
- Gallardo, E., Marqués, L., y Bullen, M. (2015). Students in higher education: Social and academic uses of digital technology. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 12(1), 25-37. <https://doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2078>
- García, A., López de Ayala, M. C., y Catalina, B. (2013). Hábitos de uso en Internet y en las redes sociales de los adolescentes españoles. *Comunicar*, 41, 195-204. <https://doi.org/10.3916/C41-2013-19>
- García-Valcárcel, A., y Martín, M. (2016). Análisis de las competencias digitales de los graduados en titulaciones de maestros. *RELATEC, Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(2), 155-168. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.15.2.155>
- Gebhardt, E., Thomson, S., Ainley, J., y Hillman, K. (2019). *Gender Differences in Computer and Information Literacy: An In-depth Analysis of Data from ICILS*. SpringerOpen. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26203-7>
- Gil-Juárez, A., Feliu, J., y Vitores, A. (2012). Género y TIC: en torno a la brecha digital de género. *Athenea Digital*, 12(3), 3-9. <https://doi.org/10.5565/rev/athenead/v12n3.1137>
- Gisbert, M., González, J., y Esteve, 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*, o. <https://doi.org/10.6018/riite2016/257631>
- González-Calatayud, V., Román-García, M., y Prendes-Espinosa, M. P. (2018). Formación en competencias digitales para estudiantes universitarios basada en el modelo DIGCOMP. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 65, 1-15. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.65.1119>
- González, J., Esteve, F. M., Larraz, V., Espuny, C., y Gisbert, M. (2018). INCOTIC 2.0: una nueva herramienta para la autoevaluación de la competencia digital del alumnado universitario. *Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado*, 22(4), 133-152. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i4.8401>
- González-Ramírez, T., y López-Gracia, A. (2018). La identidad digital de los adolescentes: usos y riesgos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *RELATEC, Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(2). <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.2.73>
- Guil, A. (2016). Gender and construction of scientific knowledge. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 18(27), 263-288. <https://doi.org/10.19053/01227238.5532>
- Helsper, E. J., y Eynon, R. (2010). Digital natives: Where is the evidence? *British Educational Research Journal*, 36(3), 503-520. <https://doi.org/10.1080/01411920902989227>
- International Telecommunication Union (ITU) (2022). *The digital transformation of education: connecting schools, empowering learners*. <https://www.itu.int/hub/publication/s-pol-broadband-22-2020/>

- Johnson, T. J., y Kaye. B. K. (2014). Credibility of social network sites for political information among politically interested internet users. *Journal of Computer-mediated Communication*, 19, 957-974. <https://doi.org/10.1111/jcc4.12084>
- Joshi, A., Malhotra, B., Amadi, C., Loomba, M., Misra, A., Sharma, S., y Amatyia, J. (2020). Gender and the Digital Divide Across Urban Slums of New Delhi, India: Cross-Sectional Study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(6). <https://doi.org/10.2196/14714>
- López-Jiménez, J. M., Alonso-García, M. N., y Conde-Colmenero, P. (Coords.) (2020). *Los retos de la igualdad en un escenario de transformación digital*. Dykinson.
- López-Meneses, E., Sirignano, F. M., Vázquez-Cano, E., y Ramírez-Hurtado, J. M. (2020). University students' digital competence in three areas of the DigCom 2.1 model: A comparative study at three European universities. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(3), 69-88. <https://doi.org/10.14742/ajet.5583>
- Margaryan, A., Littlejohn, A., y Vojt, G. (2011). Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Computers & Education*, 56(2), 429-440. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.004>
- McGahee, T. W., y Ball, J. (2009). How to read and really use an item analysis. *Nurse Educator*, 34, 166-171. <https://doi.org/10.1097/NNE.0b013e3181aaba94>
- Mérida, J. A. (2019). Ciberfeminismo: Una perspectiva desde las aulas. *Revista Iber*, 94, 51-56. <http://bit.ly/2mLZESV>
- Pedraza, C. I. (2021). La brecha digital de género como vértice de las desigualdades de las mujeres en el contexto de la pandemia por Covid-19. *LOGOS Revista de Filosofía*, 136(49), 9-22. <https://doi.org/10.26457/lrf.v136i136.2873>
- Pérez-Escoda, A., Lena-Acebo, F. J., y García-Ruiz, R. (2021). Brecha digital de género y competencia digital entre estudiantes universitarios. *Aula Abierta*, 50(1), 505-5014. <https://doi.org/10.17811/rifie.50.1.2021.505-5014>
- Pinedo, R., Arroyo, M. J., y Berzosa, I. (2018). Género y educación: Detección de situaciones de desigualdad de género en contextos educativos. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 21, 35-51. <https://doi.org/10.18172/con.3306>
- Prendes, M. P., García, P. A., y Solano, I. M. (2020). Gender equality and ICT in the context of formal education: A systematic review. *Comunicar*, 63(28), 9-20. <https://doi.org/10.3916/C63-2020-01>
- Rebollo, Á., Mayor, V., y García, R. (2017). Competencias digitales de las mujeres en el uso de las redes sociales virtuales: diferencias según perfil laboral. *Revista de Investigación Educativa*, 35(2), 427-444. <https://doi.org/10.6018/rie.35.2.270881>
- Rodríguez-García, A., Raso Sánchez, F., y Ruiz-Palmero, J. (2019). Competencia digital, educación superior y formación del profesorado: Un estudio de meta-análisis en la web of science. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 54, 65-82. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i54.04>
- Roig-Vila, R., Mengual-Andrés, S., y Quinto-Medrano, P. (2015). Primary teachers' technological, pedagogical and content knowledge. *Comunicar*, 45, 151-159. <https://doi.org/10.3916/C45-2015-16>
- Sáez, M. J., y Clavero, N. (2016). Una propuesta interdisciplinar en primaria a través del uso de textos. *Revista Eureka*, 13(3), 628-642. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.09
- Sáinz, M., (2013). El uso de las TIC en el ámbito educativo con perspectiva de género. Actitudes del profesorado y del alumnado. *TELOS, Cuadernos de Comunicación e Innovación*, 1, 1-8.

- Sánchez-Caballé, A., Gisbert-Cervera, M., y Esteve-Mon, F. (2020). The digital competence of university students: a systematic literature review. *Aloma: Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 38(1). <https://doi.org/10.51698/aloma.2020.38.1.63-74>
- Segrera-Arellana, J. R., Paez-Logreira, H. D., y Polo-Tovar, A. A. (2020). Competencias digitales de los futuros profesionales en tiempos de pandemia. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(11), 222-232. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4278352>
- Siddiq, F., y Scherer, R. (2019). Is There a Gender Gap? A Meta-Analysis of the Gender Differences in Students' ICT Literacy. *Educational Research Review*, 27, 205-217. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.03.007>
- Sillat, L. H., Tammets, K., y Laanpere, M. (2021). Digital Competence Assessment Methods in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Educacion Sciences*, 11, 402. <https://doi.org/10.3390/educsci11080402>
- Silva, J., y Astudillo, V. (2012). Inserción de TIC en la formación inicial docente: barreras y oportunidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58(4), 1-11. <https://doi.org/10.35362/rie5841412>
- Thompson, P. (2013). The digital natives as learners: Technology use patterns and approaches to learning. *Computers & Education*, 65, 12-33. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.022>
- Zhao, Y., Pinto, A. M., y Sánchez, M. C. (2021). Digital competence in higher education research: A systematic literature review. *Computers & Education*, 168. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104212>

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021


Fecha de aceptación del artículo: 11/03/2022


Fecha de aprobación para maquetación: 31/03/2022

La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado

Artificial Intelligence as an Educational Resource during Preservice Teacher Training



 Desirée Ayuso-del Puerto - *Universidad de Extremadura (España)*

 Prudencia Gutiérrez-Esteban - *Universidad de Extremadura (España)*

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) se presenta como una tecnología emergente que facilita la personalización del aprendizaje y prepara a la juventud para un cambiante mercado laboral marcado por nuevos requerimientos sociales. Este trabajo describe cómo se diseñó y desarrolló una formación virtual destinada a ampliar el conocimiento sobre la IA de 76 profesores en formación inicial que cursaban la asignatura *TIC aplicadas a la Educación* del Grado de Infantil de la Universidad de Extremadura. A través de un enfoque mixto, se analizan las respuestas ofrecidas por las participantes en el cuestionario diseñado *ad hoc* para este estudio y en su propio portfolio digital. Para las preguntas cerradas, de escala Likert, se calcularon estadísticos descriptivos y para las preguntas abiertas, se utilizó la técnica de análisis cualitativa de codificación. Los resultados revelan que el alumnado percibe que la IA tiene un impacto positivo en el aprendizaje y se ven capacitadas para diseñar sus propios recursos educativos si cuentan con el apoyo y acompañamiento del profesorado universitario. Finalmente, consideramos que es necesario revisar los planes docentes de las asignaturas del Grado de Educación Infantil para que contemplen el uso de la IA en el diseño del proceso de enseñanza del profesorado en formación inicial.

Palabras clave: inteligencia artificial; formación inicial del profesorado; tecnología de la educación.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is presented as an emerging technology that facilitates the personalization of learning and prepares young people for a changing labour market marked by new social requirements. This document describes how a virtual training was designed and developed to broaden the knowledge about the A.I. of the 76 pre-service teachers who were enrolled in the subject: "ICT Applied to Education" of the 'Early Childhood Education' Degree in the University of Extremadura. Through a mixed research approach, the responses offered by the participants in the questionnaire designed *ad hoc* for this study and in their own digital portfolio are analyzed. From the Likert scale closed questions were calculated descriptive statistics and for the open questions the technique of qualitative coding analysis was used. The results reveal that students perceive that the A.I. has a positive impact on learning and they are trained to design their own educational resources if they have the support and accompaniment of their university teachers. Finally, we consider that it is necessary to review the curricula of the subjects of the Degree in Early Childhood Education in order to contemplate the use of A.I. in the design of the teaching process of pre-service teacher training.

Keywords: artificial intelligence; preservice teacher education; educational technology.

INTRODUCCIÓN

La sociedad del conocimiento exige que se produzcan cambios en los sistemas educativos a fin de preparar a los jóvenes para los escenarios académico-laborales que se darán en el futuro a causa de la transformación digital ligada a la cuarta revolución industrial o revolución tecnológica (Fredy y Calderón, 2020; Martínez-Ruiz, 2019). Esta revolución se caracteriza por interconectar, de forma inteligente, diversas tecnologías digitales como podrían ser la impresión 3D, la inteligencia artificial o el internet de las cosas para alcanzar un sistema productivo más eficiente (Chávez et al., 2020). De este modo, surge el paradigma de la educación 4.0 que impulsa el autoaprendizaje a través de la reflexión en un contexto formativo apoyado por la tecnología y su aprovechamiento para trabajar los contenidos educativos y que estaría orientada a evitar desigualdades en el desarrollo social (UNCTAD, 2019).

En esta línea, los organismos internacionales han venido poniendo el foco en los últimos años en la relevancia de alfabetizar digitalmente a todos los agentes educativos para que puedan introducir las tecnologías en sus aulas. Así, en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015), la ONU introduce un cuarto objetivo que alude a la equidad e inclusión. Este objetivo contempla el aprovechamiento de las tecnologías y apuesta por recursos educativos de libre acceso y la educación a distancia a fin de mejorar la calidad de la enseñanza (UNESCO, 2016). Para el logro de dicho objetivo, en el Consenso de Beijing (2019) sobre la Inteligencia Artificial (en adelante, IA) y la Educación (2015), los participantes destacan la importancia de integrar la IA en el ámbito educativo que acelere la consecución de un sistema educativo abierto y equitativo. Esto podría ser posible gracias al carácter flexible que presenta la herramienta de IA que facilita la personalización del aprendizaje a partir de la consideración de las características de los/as estudiantes (Hutchins, 2017).

La IA debe ser entendida como una disciplina científica que configura máquinas para que sean inteligentes y capaces de resolver problemas al anticipar la acción del entorno gracias a su adaptabilidad y aprendizaje de patrones (Tuomi, 2018; Wang et al., 2015; Ma et al., 2014). En el contexto actual, algunas instituciones educativas han aprovechado la IA en su vertiente de chatbots o tutores virtuales para interactuar con el alumnado y optimizar su aprendizaje al poder controlar su progreso, evaluar las tareas o prestarles apoyo de manera instantánea (Wang et al., 2018; Yang, 2018; Kaklauskas, 2015). Otra rama de la IA utilizada en el ámbito educativo es el *Machine Learning*, entendido como un sistema de IA que construye modelos matemáticos, a partir de datos registrados como muestra, para hacer predicciones o tomar decisiones emulando la inteligencia humana sin necesidad de pre-programación (Zhang, 2020; Naqa y Murphy, 2015). Sekeroglu et al. (2019) aseguran que el *Machine Learning* resulta eficaz cuando se usa en educación y puede ser empleado para predecir el rendimiento de los estudiantes y planificar las lecciones. Además, permite actualizar los modelos de enseñanza a la evolución del estudiante, así como actualizar los contenidos y actividades educativas (Sánchez-Vila y Lama, 2007). En esta línea,

Rodríguez-García et al. (2021) proponen el uso de la herramienta *Learning ML* tras desarrollar una experiencia de aprendizaje virtual durante la pandemia con alumnado de entre 10 y 16 años. De la experiencia se desprende la constatación de un aumento de la comprensión del alumnado sobre los fundamentos del *Machine Learning* y que el alumnado afirmaba haber encontrado la herramienta útil, atractiva y fácil de usar.

Por otro lado, Williams et al. (2019) a través de su estudio, en el que planteaban un plan específico de formación en IA con el alumnado de Educación Infantil, han puesto de relieve que es posible comenzar a introducir el uso de IA desde esta etapa inicial, pues el alumnado es capaz de comprender los conceptos de IA e interactuar con esta herramienta a pesar de su temprana edad. No obstante, León y Viña (2017) señalan que a pesar de que la IA podría cambiar tanto el modo en el que el profesor enseña como el que el alumnado aprende, deberíamos tener presente que el objetivo primordial debe ser el logro de un aprendizaje significativo. Otro de los retos que presenta la enseñanza de la IA es la enseñanza de los aspectos éticos para que sean tomados en cuenta posteriormente por el alumnado en sus diseños (Eaton et al., 2018). Así pues, las Instituciones educativas deben reflexionar sobre las prácticas educativas y diseñar espacios de enseñanza flexibles que contemplen la utilización de la IA.

Gisbert y Esteve (2011) señalan que sería necesario rediseñar los procesos formativos del alumnado universitario y orientarlos al desarrollo de la alfabetización digital a lo largo de todo el grado para que desarrollen las habilidades, conocimientos y actitudes necesarias para el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). No obstante, Martín y Grudziecki (2015) consideran que las habilidades, las actitudes y los conceptos quedarían relegados al primer nivel de la alfabetización digital que ellos denominan “competencia digital”. Si bien, existen otros dos niveles: “uso digital” (nivel II) y “transformación digital” (nivel III) que sería también necesario considerar. El segundo nivel se refiere al uso apropiado de la competencia digital adquirida para dar respuesta a tareas o problemas que se presentan en la vida atendiendo a sus requisitos. Este aprendizaje les servirá para acciones futuras de carácter similar y nos llevaría a considerar al individuo alfabetizado digitalmente. De acuerdo con los autores citados anteriormente, los usos digitales estarían integrados en lo que se conoce como “comunidades de práctica”, entendidas como grupos de personas unidas por un tema o práctica común y estable en el tiempo que les lleva a compartir su experiencia y profundizar en su conocimiento conjuntamente (Vásquez, 2011; Wenger et al., 2002). El último nivel, está ligado al proceso de innovación y creatividad individual o nivel de grupo derivado del uso digital que propicia un cambio en el ámbito en el que se aplica.

Por ello, a través del presente artículo pretendemos acercar al profesorado en formación inicial a la comprensión y uso de la IA para contribuir al desarrollo de su alfabetización digital y facilitar su acceso de manera satisfactoria a un mercado laboral cada vez más cambiante y complejo (Figueiredo et al., 2015). Para ello, se ha diseñado e implementado una acción formativa virtual sobre IA a través de una

comunidad de práctica. Durante un semestre, el alumnado, interesado en aprender sobre los aspectos didácticos de la integración de las tecnologías en el ámbito educativo como herramienta de apoyo a su futura práctica docente, trabajó en la fundamentación teórica y en el diseño de materiales digitales que serían puestos a disposición de la comunidad educativa para promover e incentivar su participación en esta comunidad a través de la red social *Twitter*. La literatura ofrece varias tipologías de comunidades de aprendizaje, pero atendiendo a Riel y Polin (2004) podríamos aludir a tres tipos con base en su función o finalidad: las comunidades basadas en tareas, en la práctica o en el conocimiento. De acuerdo con esta clasificación, la comunidad de prácticas aquí descrita, se enmarca en el primer tipo, pues las acciones están encaminadas a la superación de tareas que requieren de un trabajo conjunto durante un periodo determinado de tiempo y que está formada por personas que se identifican con sus iguales debido a que estudian el mismo grado, así como con el profesorado que les apoya. En este tipo de comunidad, el énfasis estaría en el aprendizaje e iría más allá de la colaboración entre sus integrantes. Si bien, comparte rasgos con el segundo tipo, pues unimos a un grupo de personas que en el futuro va a dedicarse a la misma ocupación (docente) y pretendemos facilitar la adquisición y construcción del conocimiento tecnológico y didáctico para mejorar su futura práctica docente (Bedoya et al., 2018).

METODOLOGÍA

La presente investigación se llevó a cabo en el segundo cuatrimestre del curso 2020-2021 de manera virtual, en cumplimiento con las medidas adoptadas por la Universidad de Extremadura a causa de la COVID-19. Cabe destacar que esta experiencia se presenta como uno de los retos propuestos dentro de la gamificación “El Aquelarre de las 7 Lunas” (Ayuso-del Puerto y Gutiérrez-Esteban, 2021) que sigue las directrices del proyecto de alfabetización digital denominado EDUATRIC.

El objetivo general de este estudio era valorar y analizar las percepciones del alumnado universitario sobre los usos, potencialidades y dificultades derivadas del uso de Inteligencia Artificial en su formación inicial y en el proceso de enseñanza en general. Para conocer la opinión de las participantes se optó por un enfoque cuantitativo a través de un diseño no experimental descriptivo mediante encuesta (Guevara et al., 2020). Este enfoque se complementa con la metodología cualitativa para comprender y profundizar en el fenómeno investigado a través de las preguntas abiertas del cuestionario y del porfolio digital (Guerrero-Bejarano, 2016). De acuerdo con Rincón-Gómez (2014) la codificación tiene como objetivo presentar los resultados de forma simple a través de la reducción de la variedad de respuestas a un código o categoría que pueda ser tabulado posteriormente. Siguiendo su propuesta, el análisis se realizó en dos etapas: en primer lugar, se analizó una muestra del corpus que nos permitió la elaboración de los códigos que, en una segunda etapa, se relacionaron con cada una de las respuestas ofrecidas. Si bien, fue necesaria una tercera etapa con

una segunda revisión de las respuestas para considerar aquellos códigos emergentes que eran poco frecuentes y que habían surgido en un nivel más avanzado de la codificación. Este inconveniente de la técnica de análisis cualitativo seleccionada ya quedaba recogido en el trabajo de Gil et al. (1996) y había sido contemplado por las investigadoras. Por último, se procedió al análisis de la frecuencia alcanzada en cada uno de los códigos de respuesta.

Así mismo, este trabajo pretende contribuir a la adquisición de habilidades tecnológicas por parte del alumnado para a través de la Inteligencia Artificial, hacer un uso adecuado de la competencia digital a la hora de dar respuesta a los retos que presentará la escuela en los próximos años y también como futuras docentes, participando en la creación de recursos educativos abiertos basados en IA. Para ello, se plantea un proceso de innovación y creatividad a través del establecimiento de una comunidad de práctica que pretende contribuir al cambio social.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 76 estudiantes del 2º curso de la asignatura de TIC aplicadas a la educación (grupo de mañana) del Grado de Educación Infantil de la Universidad de Extremadura, siendo el 97.4% mujeres y 2.6% hombres. Cabe destacar que este estudio es de carácter exploratorio y la muestra no es representativa con la población objeto de interés, tal y como se observa en otras investigaciones ligadas a experiencias tecnológicas con alumnado universitario (Pérez-Ortega, 2017; Moreno-Martínez y Leiva, 2016; Ruiz-Rey, 2016). La edad de las participantes oscilaba entre los 19 y 30 años, concentrándose el 96% de la muestra en el tramo de edad de 19-23 años. El 98.7% no había participado previamente en ningún proyecto de Inteligencia Artificial y manifestaba desconocer el potencial didáctico de ésta. Las participantes fueron divididas en tres grupos (A, B y C) para el desarrollo del seminario.

Procedimiento

El procedimiento seguido para el desarrollo de la actividad fue el siguiente:

En primer lugar, a través de Zoom, se explicó al alumnado el concepto de IA y Machine Learning y se le instó a reflexionar acerca de la presencia de la IA en nuestra vida cotidiana y su potencialidad en el ámbito educativo.

Posteriormente, la docente presentó la herramienta de creación de proyectos de *Machine Learning* “*LearningML*” y compartió algunas directrices a tener en consideración a la hora de usar la herramienta para diseñar recursos destinados al alumnado de Educación Infantil. La selección de la herramienta de trabajo vino marcada por el idioma de ésta (español), la opción de no tener que registrarse (habitual en este tipo de herramientas) y por la experiencia profesional previa del desarrollador de la herramienta, Juan David Rodríguez-García del Instituto

Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). Tras su diseño, Rodríguez-García et al. (2021) analizaron si era una herramienta apropiada para la enseñanza de *Machine Learning* (validez instruccional) a niños de entre 10 y 16 años, y también si era fácil de usar y resultaba atractiva (validez aparente). Los resultados de este estudio avalan ambas hipótesis y muestran como el alumnado participante, no solo comprendió los fundamentos de ML gracias al uso de la herramienta, percibiendo que era entretenida y fácil de usar, sino también que fueron capaces de desarrollar sus propios proyectos de *Machine Learning*.

Tras ello, el alumnado trabajó de manera grupal, 3-5 integrantes, para diseñar dos proyectos de IA, uno textual y otro de imágenes, sobre uno de los contenidos didácticos sugeridos por docentes en activo de la etapa de Educación Infantil. En una primera fase, el alumnado introducía por dimensiones las imágenes o texto relacionado con el contenido que querían abordar. Una vez procesada la información por la máquina, accedían a un entorno de programación similar a *Scratch* que presenta la herramienta. Alguno de los juegos resultantes permite que el alumnado enseñe una tarjeta (imagen) y el personaje le responda con su identificación (color, nombre...). Otra actividad diseñada por el alumnado universitario, consistía en que el personaje, tras explicar el contenido, hacía preguntas relativas al mismo y el alumnado debía enseñar la tarjeta que se identificase con la respuesta. Ambas opciones son muy interesantes para trabajar el vocabulario con el alumnado de Educación Infantil, tanto en el colegio como de manera autónoma, pues el programa le proporcionará un *feedback* que le permita seguir aprendiendo. Un recurso de gran interés en una educación marcada por la virtualidad motivada por la COVID-19 y que contribuye a evitar desigualdades en el acceso a la información al estar en abierto.

Durante el transcurso de la actividad las alumnas planteaban sus dudas en el foro habilitado en el aula de *Moodle* y eran respondidas por sus compañeras o la docente. Así mismo, se pusieron a su disposición videotutoriales y otros recursos de interés relacionados con la herramienta de trabajo seleccionada. Tras el desarrollo de la actividad, los recursos fueron compartidos en su totalidad en el espacio virtual creado para su grupo en *Wakelet*, a fin de que todo el alumnado pudiera acceder a ellos y observar los programas desarrollados por sus compañeros y compañeras para aprender de ellos. De igual modo, el alumnado difundió sus creaciones en la red social *Twitter* (@*eduatric*) y en la página web del proyecto (*EDUATRIC*) para contribuir a la construcción del aprendizaje abierto al cual aludíamos en la introducción de este trabajo en el marco de la Educación 4.0.

Por último, el alumnado dio respuesta al cuestionario y recogió sus reflexiones en el porfolio digital que entregaron al finalizar el semestre.

Instrumentos

Como instrumentos de recogida de información, para valorar el grado de utilidad de la IA en la formación superior se elaboró un cuestionario (Tabla 1), a partir de

Martínez y Fernández (2018); Moreno-Martínez (2019); Barroso et al. (2016) y Fernández-Robles (2017), con datos sociodemográficos, 25 ítems en escala Likert (1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo) y 5 preguntas de carácter abierto en torno a su experiencia académica y las ventajas e inconvenientes del uso de la IA en la etapa de Educación Infantil. La fiabilidad se calculó mediante el coeficiente alfa de Cronbach para todos los ítems. La consistencia total del cuestionario es satisfactoria (0.930) atendiendo a Gutiérrez-Castillo et al. (2016) y Bisquerra (2014). Se observa que no mejoraría con la eliminación de algún ítem del cuestionario.

Así mismo, el alumnado recogió sus aprendizajes y reflexiones en el portfolio digital que entregaron a las docentes al finalizar el semestre.

Para el análisis cuantitativo de los datos se calcularon estadísticos descriptivos empleando para ello *SPSS*. Para el análisis cualitativo, se codificaron las respuestas con el programa *ATLAS-ti*.

Tabla 1

Cuestionario sobre el uso y utilidad de la IA en la formación inicial del profesorado

Ítem/Pregunta
Género (Mujer/Hombre/Prefiero no decirlo)
Edad (Abierta)
Antes de recibir esta formación ¿conocías el potencial didáctico de la inteligencia artificial para abordar el aprendizaje de contenidos didácticos y el desarrollo de las competencias clave en el alumnado? (Sí/No/Otra-Abierta-)
Antes de esta formación, ¿conocías o habías participado en algún proyecto de Inteligencia Artificial? En caso afirmativo, cuenta tu experiencia (Abierta)
1. El uso de la inteligencia artificial es sencillo y claro
2. El aprendizaje de la creación de proyectos de inteligencia artificial ha sido fácil para mí
3. El uso de la inteligencia artificial para el aprendizaje es una buena idea.
4. La inteligencia artificial hace el aprendizaje más interesante.
5. El uso de inteligencia artificial para el aprendizaje es divertido.
6. Me gustaría utilizar la inteligencia artificial como herramienta para el estudio.
7. El uso de la inteligencia artificial durante las clases me facilitaría la comprensión de cientos conceptos.
8. Con el uso de inteligencia artificial en las asignaturas del grado aumentaría mi rendimiento.
9. Tengo los recursos necesarios para crear proyectos de inteligencia artificial en mi futura labor como docente.
10. Puedo diseñar un proyecto de inteligencia artificial con ayuda (tutorial, personas...).
11. Puedo diseñar un proyecto de inteligencia artificial sin ayuda.

-
12. Puedo diseñar un proyecto de inteligencia artificial si tengo tiempo para realizar la tarea.
-
13. Disfrute con la creación de proyectos de Inteligencia Artificial.
-
14. Completar el proyecto de inteligencia artificial me dio una sensación de satisfacción y de logro.
-
15. Me siento insegura/o al utilizar la herramienta de creación de proyectos de inteligencia artificial.
-
16. El uso de la herramienta de creación de proyectos de inteligencia artificial de alguna forma me intimida.
-
17. Completar la lección de inteligencia artificial con éxito era importante para mí.
-
18. Me gustaría que mis profesores usaran inteligencia artificial para mi formación.
-
19. Tengo intención de utilizar la herramienta de creación de proyectos de inteligencia artificial vista en el seminario cuando sea docente.
-
20. He disfrutado la lección de inteligencia artificial tanto que me gustaría saber más sobre este tema.
-
21. La modalidad virtual de los seminarios ha facilitado el aprendizaje de los contenidos trabajados.
-
22. La información era tanta que me era difícil recordar los puntos importantes.
-
23. Encuentro que el uso de inteligencia artificial puede ser útil para el aprendizaje del alumnado.
-
24. Recomendaría el uso de inteligencia artificial para el proceso de enseñanza-aprendizaje
-
25. Los proyectos de Inteligencia Artificial permiten que el alumnado adquiriera conocimientos de manera más rápida.
-
- ¿Cuáles son las ventajas de crear/utilizar los proyectos de Inteligencia Artificial en la etapa de Educación Infantil para abordar los contenidos? (Abierta)
-
- ¿Cuáles son los inconvenientes de crear/utilizar los proyectos de Inteligencia Artificial en la etapa de Educación Infantil para abordar los contenidos? (Abierta)
-

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

A partir de la información recopilada (Tabla 2), atendiendo al primer y segundo ítem, observamos que el 52,6% y el 43,4% de los participantes respectivamente se muestran indiferentes a la hora de catalogar como sencillo y claro el uso de la IA, así como la facilidad a la hora de crear proyectos de IA. Tan solo el 30,3% y 27,6% respectivamente se muestran de acuerdo con estas afirmaciones.

Tabla 2

Resumen de la media, desviación y puntuaciones (nº) obtenidas en los 13 primeros ítems del cuestionario

	I.1.	I.2.	I.3.	I.4.	I.5.	I.6.	I.7.	I.8.	I.9.	I.10.	I.11	I.12
ED	6	7	2	1	1	4	3	3	5	0	14	2
MD	8	15	3	4	4	6	4	5	12	7	19	5
IND	40	33	15	9	8	23	30	28	22	18	23	19
DA	18	19	34	36	28	30	28	30	28	25	17	29
TA	4	2	22	26	35	13	11	10	9	26	3	21

Fuente: Elaboración propia.

Si bien, el 76,7% del alumnado considera que el uso de la IA para el aprendizaje es una buena idea. Además, los participantes se muestran de acuerdo, al afirmar que la IA hace más interesante (81,6%) y divertido (83%) el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En esta línea, el 56.7% de los/as encuestados/as se muestran de acuerdo o bastante de acuerdo con la afirmación “Me gustaría utilizar la IA como herramienta para el estudio” y al 64.5% le gustaría que su profesorado usara la IA en sus clases y esto repercutiese en su formación. Así mismo, el 51,32% considera que el uso de la IA artificial durante las clases les facilitaría la comprensión de ciertos conceptos e incluso el 52.6% cree que podría aumentar su rendimiento académico.

En cuanto a su percepción sobre su capacidad para diseñar proyectos, el 67.1% considera que requieren de ayuda para poder desarrollar sus proyectos, el 26.3% considera que podría realizarlos sin ayuda y el 65.7% sería capaz si dispusiera de tiempo para poder realizar la tarea. Si bien, tan solo el 48.7% considera que cuenta con los recursos necesarios para crear proyectos de IA en su futura labor como docente.

En alusión a los sentimientos que les ha generado la actividad, como se aprecia en la Tabla 3, el 53.9% del alumnado manifiesta haber disfrutado durante el proceso de la creación de los proyectos. Así mismo, se observa que completar la tarea con éxito era importante para el 92.1% de los participantes y, de hecho, completarla con éxito les generó una sensación de satisfacción y logro (78.9%). En este sentido, el 50% de los/as encuestados/as afirma haber disfrutado tanto con la lección que les gustaría saber más sobre este tema.

Tabla 3

Resumen de la media, desviación y puntuaciones (nº) obtenidas en los ítems 13-25 del cuestionario

	I.13.	I.14.	I.15.	I.16.	I.17.	I.18.	I.19.	I.20.	I.21.	I.22.	I.23	I.24	I.25
ED	5	4	5	25	0	4	5	7	8	3	1	2	3
MD	11	3	17	19	1	6	6	7	8	7	2	5	1
IND	19	9	22	14	5	17	22	24	24	16	9	15	20
DA	31	38	17	10	27	32	28	24	23	29	38	29	34
TA	10	22	15	8	43	17	15	14	13	21	26	25	18

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, el 42.1% afirma que se sintió inseguro/a al utilizar la herramienta propuesta para la creación de sus proyectos. Si bien, el 57.9% del alumnado no se siente intimidado por el uso de la herramienta y el 18.4% indica indiferencia ante esta cuestión. Así mismo, el 55.3% de los/as participantes tienen intención de utilizar la herramienta de creación de proyectos de IA utilizada en los seminarios en su futura labor docente. Por otro lado, el 61.8% del alumnado considera que la modalidad virtual de los seminarios ha facilitado el aprendizaje de los contenidos abordados, aunque se sienten abrumados por la cantidad de información ofrecida por las docentes para el desarrollo de la sesión (52.6%).

Respecto a su percepción sobre la utilidad de uso de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el 84.2% del alumnado considera que el uso de la IA puede ser útil para el aprendizaje y podría ocasionar que el alumnado adquiriese los conocimientos de manera más rápida (68.4%). Además, el 71% recomendarían el uso de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Atendiendo a la pregunta de carácter abierto “¿Cuáles son las ventajas de crear/ utilizar los proyectos de Inteligencia Artificial en la etapa de Educación Infantil para abordar los contenidos?” siguiendo el procedimiento diferencial semántico se identificaron las siguientes unidades conceptuales: en primer lugar, el alumnado destaca su carácter “innovador” (25%), seguido de “divertida” (21%), “atractiva” (16%), “dinámica” (8%), “motivadora” (8%) y “lúdica” (7%). Así mismo, consideran que fomenta un “aprendizaje significativo” (12%), la adquisición de habilidades ligadas a la “resolución de problemas” (4%) y fomenta la creatividad (5.3%). En menor medida, aluden a su carácter flexible (4%) que permite la personalización de los aprendizajes y dar respuesta a la diversidad del alumnado.

En cuanto a los inconvenientes, tan solo el 56.6% de los participantes considera que la IA presenta algunos inconvenientes tales como la carencia de “recursos” en los centros escolares (9%), la gran cantidad de “tiempo” que es necesario emplear para poder desarrollar los proyectos (12%), la “dificultad” que conlleva al principio el uso de la herramienta y la programación del proyecto (16%), así como la temprana

“edad” de los niños y niñas que utilicen la IA (4%) y la falta de “formación” de los docentes (8%).

En lo concerniente a las reflexiones recogidas en el portafolio digital del alumnado, observamos que recogen, principalmente, las instrucciones de funcionamiento de la aplicación, las capturas de los proyectos realizados como se observa en la Ilustración 1 y finalmente, sus opiniones. Así, una alumna expresa: *“La parte del texto nos ha resultado más sencilla, pues solo había que programar los códigos y bien y funcionaba sin problemas. La parte de imágenes ha sido mucho más complicada, no reconocía bien las caras y nos han dado error algunos códigos a la hora de jugar. En conclusión, es una actividad que me gustaría realizar en un futuro por lo interactivas y divertidas que pueden hacer las lecciones”*.

Otra estudiante afirma: *“Puedo decir sin duda alguna que esta misión fue con diferencia mi favorita. La comunidad de brujas de las llamas eternas elegimos el tema de las medidas de protección contra el COVID-19 y las partes de la casa. Es un recurso bastante diferente a los que solemos usar, ya que nunca hemos programado. Personalmente, pienso que esta actividad facilita con creces el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que, de una manera u otra, nuestro alumnado interactúa con el pequeño personaje de este recurso”*.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo general de este estudio era valorar y analizar las percepciones del profesorado en formación inicial sobre los usos, potencialidades y dificultades derivadas del uso de Inteligencia Artificial en su formación inicial y en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a partir de la creación de Recursos Educativos Abiertos basados en IA, en general. Así, se vislumbra que el profesorado en formación inicial aprecia los beneficios asociados a la incorporación de la tecnología y en concreto de la IA, en el proceso de enseñanza-aprendizaje como son el aumento de la motivación, el desarrollo de habilidades ligadas a la resolución de problemas o el fomento de la creatividad que contribuirían al logro de un aprendizaje significativo y enriquecedor; planteamientos coincidentes con los de Mubasher y Mirza (2021). Así mismo, tal y como ya señalaba Hutchins (2017), el profesorado en formación inicial destaca la flexibilidad como un rasgo que presenta la IA y que contribuye a dar respuesta a las necesidades del alumnado, al permitir la personalización de los aprendizajes y dar lugar a la creación de recursos educativos inclusivos. De ese modo, se constata que como señala la UNESCO (2021), la IA contribuye al logro del cuarto ODS propuesto por la ONU (2019) al promover una educación inclusiva, equitativa y de calidad que además, les prepara para enfrentarse a los requerimientos actuales y futuros de la sociedad de la que forman parte como ciudadanos digitales (Sanabria y Cepeda, 2016).

Así mismo, se constata la importancia de redefinir el rol del profesorado universitario y contemplarlo no solo como instructor, sino como acompañante en

los procesos de creación de recursos y desarrollo de habilidades tecnológicas en el marco de la pandemia por COVID-19, como exponían Taveras et al. (2021). Así lo manifiesta el alumnado universitario, al señalar que pueden desarrollar proyectos de IA si cuentan con apoyo, como ya apuntaban las investigaciones de Martínez-Pérez y Fernández-Robles (2018) y Fernández-Robles (2017), centradas en experiencias de creación de objetos digitales con Realidad Aumentada (R.A). No obstante, pese a haber tenido que adaptarse a la virtualidad a causa de las medidas sanitarias adoptadas, los/as estudiantes valoraron positivamente que los seminarios se desarrollasen bajo esta modalidad y consideran que les ha facilitado el aprendizaje de los contenidos trabajados.

Por otro lado, coincidiendo con los hallazgos de Martínez-Pérez y Fernández-Robles (2018), las estudiantes destacan que han disfrutado realizando los proyectos de IA. Si bien, en discrepancia con Teo y Noyes (2011), el disfrute percibido no ha influido positivamente en la percepción de facilidad de uso de la tecnología, aunque coincidimos con estos autores al considerar que las actividades propuestas en la formación inicial del profesorado deben no solo centrarse en la adquisición de habilidades que les preparen para su futuro trabajo, sino también en generar disfrute y placer al alumnado para que se impliquen más en el desarrollo de las mismas y no perciban las tecnologías como una amenaza. En este sentido, vemos como el alumnado a pesar de la dificultad ha llegado a catalogar la actividad como su favorita o valorar su potencial pedagógico llegando a reconocer la utilidad de la IA en el proceso de enseñanza y recomendar su uso a otros/as docentes.

De esta manera, teniendo en cuenta las valoraciones vertidas por el alumnado en el cuestionario, podemos afirmar que la IA enriquece los entornos de aprendizaje en el contexto de la Educación Superior y despierta en el alumnado el interés y gusto por usar las tecnologías en su futura práctica docente. Consideramos pues que gracias a esta experiencia formativa, hemos contribuido a empoderar al alumnado, mayoritariamente mujeres, para que diseñen contenidos educativos inclusivos en formato de proyectos textuales y de imágenes de IA dirigidos al alumnado de la etapa de Educación Infantil. Así mismo, como nos proponíamos al inicio de la investigación, esta experiencia formativa ha contribuido a la adquisición de habilidades tecnológicas por parte del alumnado, que ha movilizado sus conocimientos y habilidades propias de la competencia digital para dar respuesta, de manera creativa, al reto propuesto, a través de una comunidad de práctica y aprendizaje que pretende contribuir a la transformación, tan necesaria, del sistema educativo (Martínez-Ruiz, 2019).

No obstante, como señalaban León y Viña (2017) y Eaton et al. (2018), la incorporación de la IA lleva retos asociados a los que las instituciones educativas y el profesorado deben hacer frente. En este sentido, el alumnado universitario identifica la necesidad de incorporar experiencias de IA en otras asignaturas de Grado que no sean específicas de tecnología, así como la carencia de recursos que podrían dificultar el uso de la IA en los centros educativos. Otro aspecto a considerar es la falta de tiempo y formación del profesorado que podría repercutir negativamente en el uso

de nuevas herramientas tecnológicas para diseñar recursos digitales con contenidos actuales (Meneses y Fernández, 2020 y Padilla et al., 2020).

En síntesis, recomendamos que se adopten las siguientes medidas:

1. Extender las investigaciones a otras etapas educativas en las que se desarrollen programas formativos para la creación de recursos de IA en plataformas virtuales.
2. Indagar acerca de los recursos tecnológicos con los que cuentan las instituciones educativas para asegurar el acceso equitativo a la tecnología por parte de todo el alumnado y el profesorado.
3. Capacitar a los docentes en formación inicial y en activo en el uso de IA asegurando el acompañamiento pedagógico a través del establecimiento de una comunidad de práctica nacional o internacional en un entorno virtual al que puedan acceder en cualquier momento y lugar.

Atendiendo a las limitaciones del estudio, nos gustaría señalar que la muestra es pequeña y sería conveniente que este estudio fuera replicado con alumnado de otras universidades españolas que cursan el mismo grado. Así mismo, la pandemia impidió que los seminarios se pudieran realizar de manera presencial.

Agradecimientos

La participación de la primera autora ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, a través de un contrato para la Formación del Profesorado Universitario (FPU18/03322).

REFERENCIAS

- Ayuso-del Puerto, D., y Gutiérrez-Esteban, P. (2021). *El Aquelarre de las 7 Lunas*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4903572>
- Barroso, J., Cabero, J., y Moreno, A. M. (2016). La utilización de objetos de aprendizaje en realidad aumentada en la enseñanza de la medicina. *International Journal of Technology and Educational Innovation*, 2(2), 77-83. <https://doi.org/10.20548/innoeduca.2016.v2i2.2028>
- Bedoya, J. R., Betancourt, M. O., y Villa, F. L. (2018). Creación de una comunidad de práctica para la formación de docentes en la integración de las TIC a los procesos de aprendizaje y enseñanza de lenguas extranjeras. *Íkala, Revista de Lenguaje y Cultura*, 23(1), 121-139. <https://doi.org/10.17533/udea.ikala.v23n01a09>
- Bisquerra, R. (2014). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla.
- Chávez, F. J., Carreto, C., Ramos, J. M., Ávalos, R. V., Cruz, C. S., Panchi, A., Ordaz, J., y Argüello, M. E. (2020). Los docentes de educación media y superior ante los desafíos digitales de la 4ª Revolución Industrial y la pandemia del COVID-19. Un estudio de caso [Comunicación]. *Congreso Mundial Virtual Educa Lisboa*. <https://bit.ly/3tkgSGM>
- Eaton, E., Koenig, S., Schulz, C., Maurelli, F., Lee, J., Eckroth, J., Crowley, M.,

- Freedman, R. G., Cardona, R. E., Machado, T., y Williams, T. (2018). Blue Sky Ideas in Artificial Intelligence Education from the EAAI 2017 New and Future AI Educator Program. *AI Matter*, 3(4), 23-31. <https://doi.org/10.1145/3175502.3175509>
- Fernández-Robles, B. (2017). La utilización de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en la enseñanza universitaria de educación primaria. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 9, 90-104. <https://bit.ly/3E15wua>
- Figueiredo, H., Biscaia, R., Rocha, V., y Texeira, P. (2015). Should we start worrying? Mass higher education, skill demand and the increasingly complex landscape of young graduates' employment. *Studies in Higher Education*, 42(8), 1401-1420. <https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1101754>
- Fredy, A., y Calderón, O. (2020). Los retos de la Educación 4.0. frente a los tiempos de confinamiento. *Revista Educación, Cultura y Cambio*, 1(1), 1-18. <https://bit.ly/3u9n3wv>
- Gil, J., García, E., y Rodríguez, G. (1996). Análisis de respuestas libres en los cuestionarios. El método de las especificidades. *Revista Investigación Educativa*, 14(1), 129-147. <https://bit.ly/3IrzFUY>
- Gisbert, M., y Esteve, F. (2011). Digital Leaners: la competencia digital de los estudiantes universitarios. *La cuestión universitaria*, 7, 48-59. <https://bit.ly/3reJ6Sy>
- Guerrero-Bejarano, M. A. (2016). La investigación cualitativa. *INNOVA Research Journal*, 1(2), 1-9. <https://doi.org/10.33890/innova.v1.n2.2016.7>
- Guevara, G. P., Verdesoto, A. E., y Castro, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Gutiérrez-Castillo, J. J., Cabero, J., y Estrada, L. I. (2016). Diseño y validación de un instrumento de evaluación de la competencia digital del estudiante universitario. *Revista ESPACIOS*, 38(10), 1-27. <https://bit.ly/3658LoB>
- Hutchins D. (2017). How Artificial Intelligence is Boosting Personalization in Higher Education. *EdTech*. <https://bit.ly/2ZmCgyM>
- Kaklauskas, A. (2015). Student progress assessment with the help of an intelligent pupil analysis system. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26, 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2012.01.006>
- León, G. C., y Viña, S. M. (2017). La inteligencia artificial en la educación superior. Oportunidades y Amenazas. *INNOVA Research Journal*, 2(8), 412-422. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n8.1.2017.399>
- Ma, W., Adesope, O., Nesbit, J.C., y Liu, Q. (2014). Intelligent Tutoring Systems and Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901-918. <https://doi.org/10.1037/a0037123>
- Martín, A., y Grudzecki, J. (2015). DigEuLit: Concepts and Tools for Digital Literacy Development. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 5(4), 249-267. <https://doi.org/10.1120/ital.2006.05040249>
- Martínez-Pérez, S., y Fernández-Robles, B. (2018). Objetos de Realidad Aumentada: Percepciones del alumnado de pedagogía. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 53, 207-220. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.14>
- Martínez-Ruiz, X. (2019). La industria 4.0. y las pedagogías digitales: aporías e implicaciones para la educación superior. *Innovación Educativa*, 19(79), 7-12. <https://bit.ly/3caSiyD>
- Meneses, E. L., y Fernández, J. (2020). Tecnologías de la información y la comunicación y diversidad funcional:

- conocimiento y formación del profesorado de Navarra. *IJERI: Revista internacional de investigación e innovación educativas*, (14), 59-75. <https://doi.org/10.46661/ijeri.4407>
- Moreno-Martínez, N. M., y Leiva, J. J. (2016). Experiencias formativas de uso didáctico de la realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la universidad de Málaga. *EDMETIC*, 6(1), 81-104. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5809>
- Moreno-Martínez, N. M. (2019). Cuestionario Actitudes y Competencias de Uso Didáctico de la Realidad Aumentada y Realidad Virtual de Estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación. Realidad Aumentada y otras Tecnologías Emergentes en Educación, Formación y Logopedia. <https://realidadaugmentadayotras.jimdofree.com/cuestionarios/>
- Mubasher, M., & Mirza, T. (2021). The Digital Literacy in Teachers of the Schools of Rajouri (J&K)-India: Teachers Perspective. *International Journal of Education and Management Engineering (IJEME)*, 1, 28-40. <https://doi.org/10.5815/ijeme.2021.01.04>
- Naqa I., y Murphy, M. J. (2015) ¿What is Machine Learning? En I. Naqa, R. Li y M. J. Murphy (Eds.), *Machine Learning in Radiation Oncology* (pp. 3-11). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18305-3_1
- Padilla, A. L., Gámiz, V., y Romero, M. A. (2020). Evolución de la competencia digital docente del profesorado universitario: incidentes críticos a partir de relatos de vida. *Educación*, 56(1), 109-27. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1088>
- Pérez-Ortega, I. (2017). Creación de Recursos Educativos Digitales: Reflexiones sobre Innovación Educativa con TIC. *Revista Internacional de Sociología de la Educación*, 6(2), 243-268. <https://doi.org/10.17583/rise.2017.2544>
- Riel, M., y Polin, L. (2004). Learning Communities: Common Ground and Critical Differences in Designing Technical Support. En S. Barab, R. Kling y J. Gray (Eds.), *Designing for Virtual Communities in the Service of Learning* (pp. 16-52). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511805080.006>
- Rincón-Gómez, W. A. (2014). Preguntas abiertas en encuestas ¿cómo realizar su análisis? *Comunicaciones en Estadística*, 7(2), 139-156. <https://doi.org/10.15332/s2027-3355.2014.0002.02>
- Rodríguez-García, J. D., Moreno, J. M., Román, M., y Robles, G. (2021). Evaluation of an Online Intervention to Teach Artificial Intelligence with LearningML to 10-16-Year-Old Students [Conference Paper]. *SIGCSE '21, Virtual Event, USA*. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432393>
- Ruiz-Rey, F. J. (2016). TIC en Educación Infantil: una propuesta formativa en la asignatura didáctica de las matemáticas basada en el uso de la tecnología. *DIM*, 11(33), 1-18. <https://bit.ly/3Jkf8mn>
- Sanabria, A. L., y Cepeda, O. (2016). La educación para la competencia digital en los centros escolares: la ciudadanía digital. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(2), 95-112. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.15.2.95>
- Sánchez-Vila, E. M., y Lama, M. (2007). Monografía: Técnicas de la Inteligencia Artificial Aplicadas a la Educación Inteligencia Artificial. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 11(33), 7-12. <https://bit.ly/3FVMZA4>
- Sekeroglu, B., Dimilier, K., y Tuncal, K. (2019). La Inteligencia Artificial en Educación: aplicación en la evaluación del desempeño del alumno. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(1), 1-21. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v28i1.1594>

- Taveras, L. C., Paz, A., Silvestre, E., Montes, A., y Figueroa, V. (2021). Satisfacción de los estudiantes universitarios con las clases virtuales adoptadas en el marco de la pandemia por COVID-19. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 10(2), 139-162. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v10i2.12908>
- Teo, T., y Noyes, J. (2011). An assessment of the influence of perceived enjoyment and attitude on the intention to use technology among pre-service teachers: A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 57(2), 1645-1653. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.03.002>
- Tuomi, I. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2760/12297>
- UNCTAD (2019). *Transformación estructural, cuarta revolución industrial y desigualdad: desafíos para las políticas de ciencia, tecnología e innovación*. Ginebra, Suiza. <https://bit.ly/3MZyCu8>
- UNESCO (2016). *Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*. UNESCO. <https://bit.ly/3JsDKtm>
- UNESCO (2019). *Consenso de Beijing. Sobre la inteligencia artificial y la educación*. UNESCO. <https://bit.ly/3ikoFel>
- UNESCO (2021). *Inteligencia Artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO.
- United Nations (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. UN Publishing. <https://bit.ly/2YkMSoa>
- Vásquez, S. (2011). Comunidades de práctica. *Educación*, 47(1), 51-68. <https://bit.ly/32x6twd>
- Wang D., Hou, H., Zhan, Z., Xu, J., Liu, Q., y Ren, G. (2015). A problem solving oriented intelligent tutoring system to improve students' acquisition of basic computer skills. *Computers & Education*, 81, 102-112. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.003>
- Wang, P., Tchounikine, P., y Quignard, M. (2018). Chao: a framework for the development of orchestration technologies for technology-enhanced learning activities using tablets in classrooms. *International Journal of Technology Enhance Learning*, 10 (1/2), 1-21. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2018.10008583>
- Wenger, E., McDermott, R., y Snyder, W. M. (2002). *Cultivating Communities of Practice*. Boston, MA Harvard Business School Press.
- Williams, R., Won, H., Oh, L., y Breazeal, C. (2019). PopBots: Designing an Artificial Intelligence Curriculum for Early Childhood Education [Conference Paper]. *The Ninth Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence (EAAI-19)*, Honolulu, USA. <https://bit.ly/3rfdxb8>
- Yang, F. (2018). Study on student performance estimation, student progress analysis, and student potential prediction based on data mining. *Computers & Education*, 123, 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.006>
- Zhang, X. D. (2020). Machine Learning. En X. D. Zhang (Ed.), *A Matrix Algebra Approach to Artificial Intelligence* (pp. 223-440). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2770-8_6

Fecha de recepción del artículo: 30/11/2021

Fecha de aceptación del artículo: 23/03/2022

Fecha de aprobación para maquetación: 09/04/2022

La Política Editorial de la *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, se concreta en los siguientes criterios:

- **De la AIESAD. La RIED.** *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia se configura como el instrumento de la Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia* (AIESAD) para la difusión de trabajos de carácter científico, experiencias, convocatorias e información bibliográfica, dentro del ámbito de la enseñanza/aprendizaje abierto y a distancia en sus diferentes formulaciones y presentaciones.
- **Arbitrada.** La RIED es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de evaluación externa de revisión por pares (doble ciego), identificándose cada trabajo con un DOI (*Digital Object Identifier System*).
- **Periodicidad y formato.** La RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, tiene una periodicidad semestral (un volumen anual con dos números). Se edita en doble versión: impresa (ISSN: 1138-2783) y electrónica (E-ISSN: 1390-33061).
- **Idioma de los trabajos.** Podrán presentarse trabajos en lengua española, portuguesa e inglesa.
- **Requisitos.** Toda propuesta de colaboración deberá reunir los siguientes requisitos:
 - hacer referencia al campo de especialización propio de la RIED;
 - estar científicamente fundada y gozar de unidad interna;
 - suponer una ayuda para la profundización en las diversas dimensiones y ámbitos de la educación abierta y a distancia y de las TIC aplicadas a la educación.
 - Se primarán los trabajos sujetos al modelo IMRYD (*Introducción, Metodología, Resultados y Discusión*) y que puedan tener incidencia en la educación superior.
- **Trabajo original.** Los trabajos enviados a la RIED para su publicación deberán constituir una colaboración original no publicada previamente en soporte alguno, ni encontrarse en proceso de publicación o valoración en cualquiera otra revista o proyecto editorial.
- **Normas de redacción y presentación.** Los trabajos deberán atenerse a las normas de redacción y presentación de carácter formal de la RIED. Las colaboraciones enviadas a la RIED que no se ajusten a ellas serán desestimadas.
- **Recepción de originales.** La Secretaría de la RIED acusará la recepción del manuscrito enviado por el autor/es. El Consejo de Redacción revisará el artículo enviado informando al autor/es, en caso necesario, si se adecua al campo temático de la revista y al cumplimiento de las normas y requisitos formales de redacción y presentación. En el caso de que todos los aspectos sean favorables, se procederá a la revisión por pares del artículo.
- **Revisión externa.** Antes de la publicación, los manuscritos enviados serán valorados de forma anónima por dos miembros del Comité Científico o Evaluadores Externos (revisión por pares), por el sistema de doble ciego que, en su caso, realizarán sugerencias para la revisión y mejora en vistas a la elaboración de una nueva versión. Para la publicación definitiva se requiere la valoración positiva de ambos revisores. En caso de controversia evidente por parte de éstos, se requerirá de una tercera valoración para su aceptación, modificación o rechazo definitivos de la publicación.
- **Criterios de Evaluación del Comité Científico y Evaluadores Externos.** Los criterios de valoración de cada artículo que justifican la decisión de aceptación/modificación/rechazo se basan en los siguientes ejes:
 - interés del campo de estudio al ámbito de los formatos educativos no presenciales, prioritariamente con posible incidencia en la educación superior.
 - relevancia, originalidad e información valiosa de las aportaciones,
 - aplicabilidad de los resultados para la resolución de problemas.
 - actualidad y novedad,
 - avance del conocimiento científico,
 - fiabilidad y validez científica: calidad metodológica contrastada,
 - correcta organización, redacción y estilo de la presentación del material.
- **Información.** La Secretaría de la RIED informará a los autores de la decisión de aceptación, modificación y rechazo de cada uno de los artículos. La corrección de pruebas de imprenta la hará la RIED cotejando con el original.
- **Política de privacidad:** Se mantendrá y preservará en todos los casos y circunstancias el anonimato de los autores y el contenido de los artículos desde la recepción del manuscrito hasta su publicación. La información obtenida en el proceso de revisión y evaluación tendrá carácter confidencial.
- **Fuentes.** Los autores citarán debidamente las fuentes de extracción de datos, figuras e información de manera explícita y tangible tanto en la bibliografía, como en las referencias. Si el incumplimiento se detectase durante el proceso de revisión o evaluación se desestimará automáticamente la publicación del artículo.
- **Responsabilidad.** RIED no se hará responsable de las ideas y opiniones expresadas en los trabajos publicados. La responsabilidad plena será de los autores de los mismos.
- **Licencia.** Los textos publicados en esta revista están sujetos a una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional". Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente, hacer obras derivadas y usos comerciales siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la propia RIED.

OTRAS INFORMACIONES DE INTERÉS

- Procedimiento remisión de artículos: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/editorialPolicies#custom-1>
- Declaración ética sobre publicación y malas prácticas: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/editorialPolicies#custom-2>
- Directrices para autores. Normas para publicar en RIED: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/submissions#authorGuidelines>
- Lista de comprobación previa de los envíos: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/submissions#privacyStatement>

Revista Iberoamericana de Educación a Distancia

MONOGRÁFICO:

Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de UNESCO

Habilitadores tecnológicos 4.0 para impulsar la educación abierta: aportaciones para las recomendaciones de la UNESCO

Método basado en Educación 4.0 para mejorar el aprendizaje: lecciones aprendidas de la COVID-19

The Aesthetics of OER, Deaf Pedagogy, and Curriculum Design Contra the “Wicked” Policy of Deaf Education

Impacto, dificultades y logros de la producción de recursos educativos abiertos en un curso binacional

A Threshold for Citizen Science Projects: Complex Thinking as a Driver of Holistic Development

Análisis de la perspectiva digital en los marcos de competencias docentes en Educación Superior en España

Digitalización de la Universidad por Covid-19: impacto en el aprendizaje y factores psicosociales de los estudiantes

Flexible Learning Itineraries in Digital Environments for Personalised Learning in Teacher Training

Learning Itineraries to Work *Mathematic Probability* with Future Teachers in an Online Scenario with Deck.Toys Tool

The Role of Metacognitive Strategies in Blended Learning: Study Habits and Reading Comprehension

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

Proponiendo una EdTech sustentable. Más allá de docentes *powerpointers* y *clickerers* en la Universidad

Implications of Message Length and Delay in Undergraduate Online Discussions

Blended Learning y factores sociodemográficos en el aprendizaje del idioma inglés en educación media superior

University Students' Perceptions of the Use of Technologies in Educational Activities and Mental Effort Invested

Evaluación de la competencia digital de futuros docentes desde una perspectiva de género

La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado

