

Comunicar

Revista Científica de Comunicación y Educación, nº 76, vol. XXXI

www.revistacomunicar.com

Media Education Research Journal

Neurotecnología en el aula: Investigación actual y futuro potencial

Neurotechnology in the classroom: Current research



© COMUNICAR, 76, XXXI

REVISTA CIENTÍFICA DE COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN
MEDIA EDUCATION RESEARCH JOURNAL

ISSN: 1134-3478 / DL: H-189-93 / e-ISSN: 1988-3293
nº 76, vol. XXXI (2023-3), 3º trimestre, 1 de julio de 2023

REVISTA CIENTÍFICA INTERNACIONAL INDEXADA (INDEXED INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL)

<https://www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=factor-de-impacto>



JOURNAL CITATION REPORTS (JCR)

JCR 2021 (2022-23): Q1. JIF: 5,725. JCI: 2,94. 5 Year Impact Factor: 5,715. Inmediacy Index: 2,000; Eigenfactor Score: 0,00252. Article Influence Score: 1,330; Journal Impact Factor (JIF): Educación: Q1 (posición 18ª de 267; 1ª española e iberoamericana); Comunicación: Q1 (posición 19ª de 94, 1ª española e iberoamericana); Journal Citation Indicator (JCI): Educación: Q1 (posición 12ª de 739; 1ª española e iberoamericana); Comunicación: Q1 (posición 6ª de 217, 1ª española e iberoamericana).

SOCIAL SCIENCES CITATION INDEX: Indexada desde 2007 en Comunicación y Educación.



SCOPUS

CITESCORE 2021 (2022-23): (9,8): Q1 en Estudios Culturales (posición 2ª de 1.127) (percentil 99). Q1 en Comunicación: posición 9ª de 467 (percentil 98). Q1 en Educación (posición 17ª de 1.406) (percentil 98).

SCIMAGO JOURNAL RANK: SJR 2022 (2023-24): 1,412: Q1 en Estudios Culturales, en Comunicación y en Educación (primera revista en lengua española en Educación, Comunicación y Estudios Culturales).



RECYT (FECYT-MEC)

Ranking FECYT 2021 (2022-23): Educación: 1ª de 76 revistas (99,82 puntos sobre 100) (top 1%); Comunicación, Información y Documentación Científica: 2ª de 24 revistas (93,08 puntos sobre 100) (top 1%);

Sello de Excelencia de Calidad FECYT 2021 (12 indicadores).



GOOGLE SCHOLAR

2021 (2022-23): Top 100 de Google: Posición 3ª (de 100) en el ranking en español de todas las áreas de Revistas Científicas. H5: 44. Mediana H5: 58. En 2022-07-12: H: 102; H5: 82 (56.884 citas acumuladas).

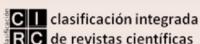
Según EC3 Reports, 2018 (UGR): Índice H5 (2013-2017); 1ª en Educación (sobre 165; H5: 38); 1ª en Comunicación (sobre 51; H5: 38).



DIALNET MÉTRICAS

Q1: EDUCACIÓN 2020 (2022): posición 1ª (de 230); IF: 4,545 (909 citas).

Q1: COMUNICACIÓN 2020 (2022): posición 2ª (de 62); IF: 4,545 (909 citas).



CIRC (CLASIFICACIÓN INTEGRADA DE REVISTAS CIENTÍFICAS) (EC3 Metrics)

En 2022, Nivel A+ (máxima calificación).



REDIB (CSIC) (RED IBEROAMERICANA DE INNOVACIÓN Y CONOCIMIENTO CIENTÍFICO)

2022: Posición 2ª de 1.199 revistas seleccionadas en todas las áreas. Calificación: 58,364.



ERIH+

Nivel INT2 (2022).

EDITA (Published by): GRUPO COMUNICAR EDICIONES

- www.revistacomunicar.com (Español)
- www.comunicarjournal.com (English)

Administración: info@grupocomunicar.com

- www.grupocomunicar.com

Redacción: editor@grupocomunicar.com

- Apdo Correos 527. 21080 Huelva (España-Spain)

© COMUNICAR es una marca patentada por la Oficina Española de Patentes y Marcas, con título de concesión 1806709.

• COMUNICAR es una publicación científica que se edita trimestralmente (cuatro veces al año): enero, abril, julio y octubre.

• La revista COMUNICAR acepta y promueve intercambios institucionales online con otras revistas de carácter científico.

COEDICIONES INTERNACIONALES

- **EDICIÓN INGLESA** (www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=coeditores#EN)
- **EDICIÓN PORTUGUESA** (www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=coeditores#BR)
- **EDICIÓN CHINA** (www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=coeditores#CN)
- **EDICIÓN IBEROAMERICANA** (www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=coeditores#IB)
- **EDICIÓN RUSA** (www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=coeditores#RU)

IMPRIME (Printed by): Estugraf. Madrid (España)

© COMUNICAR es miembro del Centro Español de Derechos Reprográficos (CEDRO). La reproducción de estos textos requiere la autorización de CEDRO o de la editorial.

PEDIDOS: www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=tienda

SUMARIO • CONTENTS

Comunicar, 76, XXXI (2023-3)

Neurotecnología en el aula: Investigación actual y futuro potencial

Neurotechnology in the classroom: Current research and future potential



TEMAS / DOSSIER

EDITORES TEMÁTICOS (Thematic Editors)

Dr. Michael-S.C. Thomas, Universidad Birkbeck de Londres (Reino Unido)
 Dr. Jo-Van Herwegen, Instituto de Educación UCL (Reino Unido)
 Dra. María-José Hernández-Serrano, Universidad de Salamanca (España)

- | | |
|--|--------------|
| 01. Hacia una metodología de evaluación del rendimiento del alumno en entornos de aprendizaje iVR utilizando eye-tracking y aprendizaje automático | 09-20 |
| Towards learner performance evaluation in iVR learning environments using eye-tracking and Machine-learning
<i>Ana Serrano-Mamolar, Ines Miguel-Alonso, David Checa y Carlos Pardo-Aguilar (España)</i> | |
| 02. Análisis del estrés, atención, interés y conexión emocional en la enseñanza superior presencial y online: Un estudio neurotecnológico | 21-34 |
| Analysis of stress, attention, interest, and engagement in onsite and online higher education: A neurotechnological study
<i>David Juárez-Varón, Isabel Bellido-García y Brij-B. Gupta (España y Taiwán)</i> | |
| 03. Aplicación y retos de la tecnología de movimiento ocular en Educación Superior | 35-46 |
| Application and challenges of eye tracking technology in Higher Education
<i>María-Consueto Sáiz-Manzanas, Raúl Marticorena-Sánchez, Luis-Jorge Martín-Antón, Leandro Almeida y Miguel-Ángel Carbonero-Martín (España y Portugal)</i> | |
| 04. Potencialidades y limitaciones de la usabilidad de dispositivos EEG en contextos educativos | 47-58 |
| Potentialities and limitations of the use of EEG devices in educational contexts
<i>Alfonso García-Monge, Henar Rodríguez-Navarro y José-María Marbán (España)</i> | |
| 05. Aplicación de la neurotecnología en alumnado con TDA-H: Una revisión paraguas | 59-70 |
| Application of neurotechnology in students with ADHD: An umbrella review
<i>Antonio-R. Hidalgo-Muñoz, Daniel Acle-Vicente, Alejandro García-Pérez y Carmen Tabernero-Urbieta (España)</i> | |

CALEIDOSCOPIO / KALEIDOSCOPE

- | | |
|---|----------------|
| 06. La credibilidad de los informativos de la televisión pública en España | 73-84 |
| The credibility of newscasts in public service media in Spain
<i>Xosé Soengas-Pérez, Marta Rodríguez-Castro y Francisco Campos-Freire (España)</i> | |
| 07. Las cuatro P en Internet: Pornografía, plagio, piratería y permisos | 85-96 |
| The four P's on the Internet: Pornography, plagiarism, piracy and permission
<i>Sandra Liliana Cuervo-Sánchez y Itxaro Etxague (España)</i> | |
| 08. La meta-reflexividad de los padres beneficia la educación mediática de los niños | 97-106 |
| Parents' meta-reflexivity benefits media education of children
<i>Tea Golob, Matej Makarovič y Mateja Rek (Eslovenia)</i> | |
| 09. Empatía digital en la educación en línea: Un estudio comparativo entre Portugal y Rumanía | 107-118 |
| Digital empathy in online education: A comparison study between Portugal and Romania
<i>Alexandre Duarte, Romina Surugi, Madalina Moraru y Valentina Marinescu (Portugal y Rumanía)</i> | |
| 10. Vacuna contra COVID-19 en Facebook: Un estudio sobre las emociones expresadas por el público brasileño . . . | 119-130 |
| The COVID-19 vaccine on Facebook: A study of emotions expressed by the Brazilian public
<i>Geilson Fernandes-de-Oliveira, Luisa Massarani, Thaiane Oliveira, Grazielle Scalfi y Marcelo Alves-dos-Santos-Junior (Brasil)</i> | |

Política Editorial (Aims and Scope)

«COMUNICAR» es una revista científica de ámbito internacional que pretende el avance de la ciencia social, fomentando la investigación, la reflexión crítica y la transferencia social entre dos ámbitos que se consideran prioritarios hoy para el desarrollo de los pueblos: la educación y la comunicación. Investigadores y profesionales del periodismo y la docencia, en todos sus niveles, tienen en este medio una plataforma privilegiada para la educomunicación, eje neurálgico de la democracia, la consolidación de la ciudadanía, y el progreso cultural de las sociedades contemporáneas. La educación y la comunicación son, por tanto, los ámbitos centrales de «COMUNICAR».

Se publican en «COMUNICAR» manuscritos inéditos, escritos en español e inglés, que avancen ciencia y aporten nuevas brechas de conocimiento. Han de ser básicamente informes de investigación; se aceptan también estudios, reflexiones, propuestas o revisiones de literatura en comunicación y educación, y en la utilización plural e innovadora de los medios de comunicación en la sociedad.

Normas de Publicación (Submission Guidelines)

«COMUNICAR» es una revista arbitrada que utiliza el sistema de revisión externa por expertos (peer-review), conforme a las normas de publicación de la APA (American Psychological Association) para su indización en las principales bases de datos internacionales. Cada número de la revista se edita en doble versión: impresa (ISSN: 1134-3478) y electrónica (e-ISSN: 1988-3293), identificándose cada trabajo con su respectivo código DOI (Digital Object Identifier System).

TEMÁTICA

Trabajos de investigación en comunicación y educación: comunicación y tecnologías educativas, ética y dimensión formativa de la comunicación, medios y recursos audiovisuales, tecnologías multimedia, cibermedios... (media education, media literacy, en inglés).

APORTACIONES

Los trabajos se presentarán en tipo de letra Arial, cuerpo 10, justificados y sin tabuladores. Han de tener formato Word para PC. Las modalidades y extensiones son: investigaciones (5.000-7.500 palabras de texto, incluidas referencias); informes, estudios y propuestas (5.000-7.500), revisiones del estado del arte (6.000-8.500 palabras de texto, incluidas hasta 100 referencias).

Las aportaciones deben ser enviadas exclusivamente por plataforma de gestión de manuscritos OJS: www.revistacomunicar.com/ojs. Cada trabajo, según normativa, ha de llevar dos archivos: presentación y portada (con los datos personales) y manuscrito (sin firma). Toda la información, así como el manual para la presentación, se encuentra en www.revistacomunicar.com.

ESTRUCTURA

Los manuscritos tenderán a respetar la siguiente estructura, especialmente en los trabajos de investigación: introducción, métodos, resultados, discusión/conclusiones, notas, apoyos y referencias.

Los informes, estudios y experiencias pueden ser más flexibles en sus epígrafes. Es obligatoria la inclusión de referencias, mientras que notas y apoyos son opcionales. Se valorará la correcta citación conforme a las normas APA 7 (véase la normativa en la web).

PROCESO EDITORIAL

«COMUNICAR» acusa recepción de los trabajos enviados por los autores/as y da cuenta periódica del proceso de estimación/desestimación, así como, en caso de revisión, del proceso de evaluación ciega y posteriormente de edición. El Consejo de Editores pasará a estimar el trabajo para su evaluación al Consejo de Revisores, comprobando si se adecua a la temática de la revista y si cumple las normas de publicación. En tal caso se procederá a su revisión externa. Los manuscritos serán evaluados de forma anónima (doble ciego) por cinco expertos (la relación de los revisores nacionales e internacionales se publica en www.revistacomunicar.com). A la vista de los informes externos, se decidirá la aceptación/rechazo de los artículos para su publicación, así como, si procede, la necesidad de introducir modificaciones. El plazo de evaluación de trabajos, una vez estimado para su revisión, es de máximo 90 días. Los autores recibirán los informes de evaluación de los revisores, de forma anónima, para que estos puedan realizar, en su caso, las correcciones o réplicas oportunas. En general, una vez vistos los informes externos, los criterios que justifican la decisión sobre la aceptación/rechazo de los trabajos son: originalidad; actualidad y novedad; relevancia (aplicabilidad de los resultados); significación (avance del conocimiento científico); fiabilidad y validez científica (calidad metodológica); presentación (correcta redacción y estilo); y organización (coherencia lógica y presentación material).

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

No se acepta material previamente publicado (trabajos inéditos). En la lista de autores firmantes deben figurar única y exclusivamente aquellas personas que hayan contribuido intelectualmente (autoría). En caso de experimentos, los autores deben entregar el consentimiento informado. Se acepta la cesión compartida de derechos de autor. No se aceptan trabajos que no cumplan estrictamente las normas.

Normas de publicación / guidelines for authors (español-english): www.revistacomunicar.com

Grupo Editor (Publishing Group)

El Grupo Comunicar (CIF-G21116603) está formado por profesores y periodistas de Andalucía (España), que desde 1988 se dedican a la investigación, la edición de materiales didácticos y la formación de profesores, niños y jóvenes, familias y población en general en el uso crítico y plural de los medios de comunicación para el fomento de una sociedad más democrática, justa e igualitaria y por ende una ciudadanía más activa y responsable en sus interacciones con las diferentes tecnologías de la comunicación y la información. Con un carácter estatutariamente no lucrativo, el Grupo promociona entre sus planes de actuación la investigación y la publicación de textos, murales, campañas... enfocados a la educación en los medios de comunicación. «COMUNICAR», Revista Científica de Comunicación y Educación, es el buque insignia de este proyecto.

Comunicar[©]

REVISTA CIENTÍFICA DE COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN
MEDIA EDUCATION RESEARCH JOURNAL

XXXI, 76

CONSEJO DE EDITORES (EDITORIAL BOARD)

EDITOR JEFE (EDITOR IN CHIEF)

- Dr. Ignacio Aguaded. Universidad de Huelva

EDITORES ASOCIADOS (ASSISTANT EDITORS)

- Dra. Amor Pérez-Rodríguez, Universidad de Huelva
- Dr. Ángel Hernando-Gómez, Universidad de Huelva
- D^a Arantxa Vizcaíno-Verdú, Universidad de Huelva
- Dr. Luis-Miguel Romero-Rodríguez, Universidad Rey Juan Carlos
- Dra. Águeda Delgado-Ponce, Universidad de Huelva
- Dr. Rafael Repiso, Universidad de Málaga
- D^a Mónica Bonilla-del-Río, Universidad de Huelva

EDITORES TEMÁTICOS (THEMATIC EDITORS)

- Dr. Michael-S.C. Thomas, Universidad Birkbeck de Londres, Reino Unido
- Dr. Jo-Van Herwegen, Instituto de Educación UCL, Reino Unido
- Dra. María-José Hernández-Serrano, Universidad de Salamanca, España

COEDITORES INTERNACIONALES

- **Ed. Inglesa:** Dr. M. Gant, Univ. Chester y Dra. C. Herrero (MMU)
- **Ed. Portuguesa:** Dra. Vanessa Matos, Univ. Fed. Uberlândia (Brasil)
- **Ed. China:** Dra. Alice Lee, Hong Kong, Dra. Meng Shen (España) y Dr. Yuechuan Ke (USA)
- **Ed. Iberoamericana:** Dr. Octavio Islas (Ecuador)
- **Ed. Rusa:** Dr. Alexander Fedorov (Rusia) y Dra. Margarita Bakieva (España)

CONSEJO CIENTÍFICO (ADVISORY BOARD)

- Dr. Ismar de-Oliveira, Universidade de São Paulo, Brasil
- Dr. J. Manuel Pérez-Tornero, Universidad Autónoma, Barcelona
- Dr. Miguel de-Aguilera, Universidad de Málaga
- Dr. Guillermo Orozco, Universidad de Guadalajara, México
- Dr. Manuel Ángel Vázquez-Medel, Universidad de Sevilla
- Dra. Cecilia Von-Feilitzen, Nordicom, Suecia
- Dr. Joan Ferrés-i-Prats, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona
- Dr. Agustín García-Matilla, Universidad de Valladolid
- Dra. Cristina Ponte, Universidad Nueva de Lisboa, Portugal
- Dr. Pier Cesare Rivoltella, Università Cattolica de Milán, Italia
- Dr. Javier Marzal, Universitat Jaume I, Castellón
- Dr. Jesús Arroyave, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia
- Dr. Francisco García-García, Universidad Complutense, Madrid
- Dr. Alberto Parola, MED, Università de Torino, Italia
- Dra. Teresa Quiroz, Universidad de Lima, Perú
- Dra. Concepción Medrano, Universidad del País Vasco
- Dra. María Luisa Sevillano, Universidad Nacional de Distancia
- Dr. Julio Cabero-Almenara, Universidad de Sevilla
- Dr. Manuel Cebrían-de-la-Serna, Universidad de Málaga
- Dra. Ana García-Valcárcel, Universidad de Salamanca
- Dra. M. Soledad Ramírez-Montoya, TEC de Monterrey, México
- Dr. Donaciano Bartolomé, Universidad Complutense, Madrid
- Dr. Samy Tayie, University of Cairo, Mentor Association, Egipto
- Dr. Javier Tejedor-Tejedor, Universidad de Salamanca
- Dra. Sara Pereira, Universidade do Minho, Braga, Portugal
- Dra. Gloria Camarero, Universidad Carlos III, Madrid
- Dra. Armanda Pinto, Universidade de Coimbra, Portugal
- Dr. Pere Marquès, Universidad Autónoma de Barcelona
- Dr. Xosé Soengas, Universidad de Santiago de Compostela
- Dr. Octavio Islas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador

CONSEJO CIENTÍFICO (ADVISORY BOARD)

- Dr. Moisés Esteban-Guitert, Universitat de Girona
- Dr. Patrick Verniers, Consejo Sup. Educación en Medios, Bélgica
- Dr. Domingo Gallego, Universidad Nacional de Distancia, Madrid
- Dr. Manuel Area, Universidad de La Laguna, Tenerife
- Dr. Ramón Reig, Universidad de Sevilla
- Dr. Gustavo Hernández, ININCO, Universidad Central, Venezuela
- Dra. Isabel Cantón, Universidad de León
- Dr. Juan de Pablos, Universidad de Sevilla
- Dr. Gerardo Borroto, CUJAE, La Habana, Cuba
- Dr. Manuel Fandos-Igado, UNIR, Zaragoza
- Dr. Jorge Cortés-Montalvo, UACH/REDECA, México
- Dra. Carmen Marta, Universidad de Zaragoza
- Dra. Silvia Contín, Universidad Nacional de Patagonia, Argentina
- Dra. Begoña Gutiérrez, Universidad de Salamanca
- Dr. Ramón Pérez-Pérez, Universidad de Oviedo
- Dr. Carlos Muñoz, Universidad Autónoma de Nuevo León, México
- Dra. Carmen Echazarreta, Universitat de Girona
- Dr. Evgeny Pashentsev, Lomonosov Moscow University, Rusia
- Dra. Fahriye Altınay, Near East University, Turquía
- Dr. Jesús Valverde, Universidad de Extremadura
- Dra. Yámile Sandoval, Universidad Santiago de Cali, Colombia
- Dra. Pilar Arnaiz, Universidad de Murcia
- D. Paolo Celot, EAVI, Bruselas, Bélgica
- Dra. Victoria Tur Viñes, Universidad de Alicante
- Dr. José-María Morillas, Universidad de Huelva
- D. Jordi Torrent, ONU, Alianza de Civilizaciones, NY, EEUU
- D^a Kathleen Tyner, University of Texas, Austin, EEUU

COMITÉ DE REVISORES (REVIEWERS BOARD)

- 1.049 Revisores de 54 países (2023-3)
- www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=revisores

CONSEJO TÉCNICO (BOARD OF MANAGEMENT)

- D. Francisco Casado-Mestre, Universidad de Huelva
- Dra. Patricia De-Casas-Moreno, Universidad de Extremadura
- D^a Emily Rookes, TECH Universidad Tecnológica
- Mgrtr. Bárbara Castillo-Abdul, Universidad de Huelva
- Mgrtr. Sabina Civila, Universidad de Huelva
- Dr. Isidro Marín-Gutiérrez, UTPL, Ecuador
- Dra. Erika-Lucía González-Carrión, Universidad Nacional de Loja
- Dra. Paloma Contreras-Pulido, UNIR
- Dra. Mar Rodríguez-Rosell, UCAM, Murcia
- ASISTENTE TIC (ICT Consultant): Alex Ruiz
- GESTIÓN COMERCIAL (Commercial Manager): Belén Pérez

Comunicar[©]

Criterios de Calidad (Quality Criteria)

Registrada en la Oficina de Patentes y Marcas de España con el código 1806709

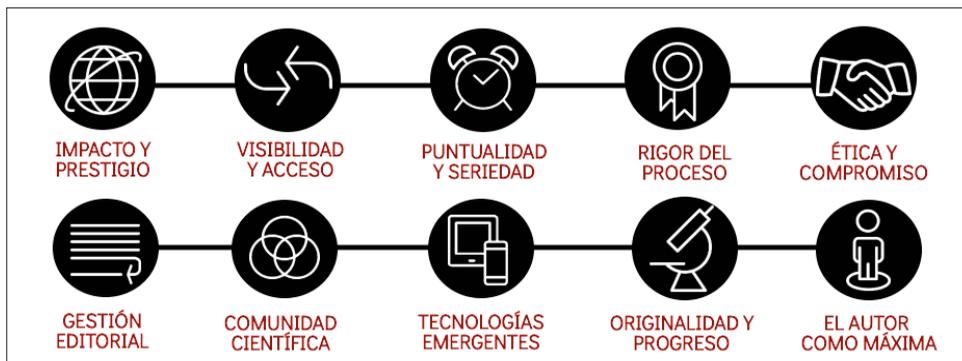
PREMIO GLOBAL MIL
UNESCO, 2019

PREMIO MARIANO CEBRIÁN
Universidad Zaragoza/Aragón-Radio, 2015

I PREMIO DE COMUNICACIÓN
Universidad Carlos III, Madrid, 2007



CRITERIOS DE CALIDAD (QUALITY CRITERIA)



Los criterios de calidad de la revista «Comunicar» son los indicadores objetivos que comprometen un proceso serio y riguroso de edición, y, constituyen el aval para autores, revisores, colaboradores y lectores de que el producto final que se ofrece cumple con la máxima exigencia y el rigor científico esperado de una publicación de consideración nacional e internacional.

- El **impacto y prestigio** se garantiza por las posiciones en primer cuartil en las bases de datos más prestigiosas: Q1 en Journal Citation Reports (JCR-SSCI) en el campo de Comunicación y Educación; Q1 en Scopus (SJR) y Q1 en Scopus (CiteScore) en Comunicación, Educación y Estudios Culturales.

- La **visibilidad y el acceso** quedan salvaguardados con una política de acceso abierto y compartido que ofrece todos los artículos publicados a la disposición de cualquier lector en versión bilingüe: español e inglés.

- La **puntualidad y la seriedad** es una máxima que ofrece un eficiente flujo de manuscritos en los tiempos establecidos, permitiendo una periodicidad de publicación trimestral.

- El **rigor del proceso** está respaldado por un Consejo Internacional de Revisores de más de 1.049 académicos de 54 países, especializados en las áreas de comunicación y educación.

- La **ética y compromiso** aseguran la prevalencia de derechos y deberes que protegen a toda la comunidad científica: autores, revisores, lectores y editores, asentados en las directrices del Comité Internacional de Publicaciones (COPE).

- Una **gestión editorial** ardua y pulcra basada en el trabajo de revisores y departamentos gestiona todo el proceso de publicación a través de la plataforma OJS, de la Fundación de Ciencia y Tecnología (FECYT).

- La **comunidad científica** se fomenta entre autores y lectores con un sólido equipo editorial que colabora de forma intensa y desinteresada en todo el proceso, amparada en un Consejo Editorial, un Comité Científico, un Consejo Internacional de Revisores, un Consejo de Redacción, así como un Consejo Técnico especializado.

- El uso y fomento de las **tecnologías emergentes** impulsa la difusión y el impacto de las publicaciones ajustando formatos de acceso (pdf, ePub, html, xml), modelos de comunicación y plataformas académicas de difusión científica (ResearchGate, Academia.edu, Facebook, Twitter).

- La **originalidad y progreso** de los trabajos presentados para el impulso de la ciencia y los campos de conocimiento de la educación y la comunicación quedan garantizados por los controles de plagio (CrossCheck) de todos los manuscritos.

Teniendo siempre al autor como máxima que es, en definitiva, la figura fundamental de este proceso, cada manuscrito está disponible en la web de la revista con información sobre citación, datos estadísticos, referencias utilizadas, interacción en redes y métricas de impacto.

Se trata, en definitiva, de un conjunto de estándares que cubren todo el proceso y avalan un trato profesional a todos los agentes implicados en la publicación, revisión, edición y difusión de los manuscritos.

Información estadística sobre evaluadores, tasas de aceptación e internacionalización en Comunicar 76

- Número de trabajos recibidos: 235 manuscritos. Número de trabajos aceptados publicados: 10.
- Nivel de aceptación de manuscritos en este número: 4,26%; Nivel de rechazo de manuscritos: 95,74%.
- Tasa de internacionalización de manuscritos recibidos: 39 países.
- Número de Revisiones: 260 (72 internacionales y 188 nacionales) (véase en: www.revistacomunicar.com).
- Tasa de internacionalización de Revisores Científicos: 24 países.
- Internacionalización de autores: 6 países (Brasil, Eslovenia, España, Portugal, Rumanía y Taiwán).
- Número de indizaciones en bases de datos internacionales en COMUNICAR 76: 811 (2023-3) (www.revistacomunicar.com).



Comunicar 76



Dossier monográfico

Neurotecnología en el aula:
Investigación actual y futuro potencial

Neurotechnology in the classroom:
Current research and future potential

Special Issue



Q1
2021

Comunicar



Clarivate Analytics
JOURNAL CITATION REPORTS

Scopus®

Journal Impact Factor (JIF) • 5.725

18° / 267 Educación
19° / 94 Comunicación

Journal Citation Indicator (JCI)

12° / 739 Educación
6° / 217 Comunicación

CiteScore • 9.8

2° / 1.127 Estudios Culturales

17° / 1.406 Comunicación

9° / 467 Educación



Hacia una metodología de evaluación del rendimiento del alumno en entornos de aprendizaje iVR utilizando eye-tracking y aprendizaje automático

Towards learner performance evaluation in iVR learning environments using eye-tracking and machine-learning

-  Dra. Ana Serrano-Mamolar. Investigadora Postdoctoral, Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Burgos (España) (asmamolar@ubu.es) (<https://orcid.org/0000-0002-0027-7128>)
-  Ines Miguel-Alonso. Personal Investigador en Formación, Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Burgos (España) (imalonso@ubu.es) (<https://orcid.org/0000-0001-8882-7587>)
-  Dr. David Checa. Profesor Ayudante Doctor, Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Burgos (España) (dcheca@ubu.es) (<https://orcid.org/0000-0001-6623-3614>)
-  Dr. Carlos Pardo-Aguilar. Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Burgos (España) (cpardo@ubu.es) (<https://orcid.org/0000-0003-1424-1318>)

RESUMEN

Actualmente, el uso de los datos del seguimiento de la mirada en entornos de aprendizaje de Realidad Virtual inmersiva (iVR) está destinado a ser una herramienta fundamental para maximizar los resultados de aprendizaje, dada la naturaleza poco intrusiva del eye-tracking y su integración en las gafas comerciales de Realidad Virtual. Pero, antes de que se pueda generalizar el uso del eye-tracking en entornos de aprendizaje, se deben identificar las tecnologías más adecuadas para el procesamiento de datos. Esta investigación propone el uso de técnicas de aprendizaje automático para este fin, evaluando sus capacidades para clasificar la calidad del entorno de aprendizaje y predecir el rendimiento de aprendizaje del usuario. Para ello, se ha desarrollado una experiencia docente en iVR para aprender el manejo de un puente-grúa. Con esta experiencia se ha evaluado el rendimiento de 63 estudiantes, tanto en condiciones óptimas de aprendizaje como en condiciones con factores estresores. El conjunto de datos final incluye 25 características, siendo la mayoría series temporales con un tamaño de conjunto de datos superior a 50 millones de puntos. Los resultados muestran que la aplicación de diferentes clasificadores como KNN, SVM o Random Forest tienen una alta precisión a la hora de predecir alteraciones en el aprendizaje, mientras que la predicción del rendimiento del aprendizaje del usuario aún está lejos de ser óptima, lo que abre una nueva línea de investigación futura. Este estudio tiene como objetivo servir como línea de base para futuras mejoras en la precisión de los modelos mediante el uso de técnicas de aprendizaje automático más complejas.

ABSTRACT

At present, the use of eye-tracking data in immersive Virtual Reality (iVR) learning environments is set to become a powerful tool for maximizing learning outcomes, due to the low-intrusiveness of eye-tracking technology and its integration in commercial iVR Head Mounted Displays. However, the most suitable technologies for data processing should first be identified before their use in learning environments can be generalized. In this research, the use of machine-learning techniques is proposed for that purpose, evaluating their capabilities to classify the quality of the learning environment and to predict user learning performance. To do so, an iVR learning experience simulating the operation of a bridge crane was developed. Through this experience, the performance of 63 students was evaluated, both under optimum learning conditions and under stressful conditions. The final dataset included 25 features, mostly temporal series, with a dataset size of up to 50M data points. The results showed that different classifiers (KNN, SVM and Random Forest) provided the highest accuracy when predicting learning performance variations, while the accuracy of user learning performance was still far from optimized, opening a new line of future research. This study has the objective of serving as a baseline for future improvements to model accuracy using complex machine-learning techniques.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Entorno virtual, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje automático, registro de mirada, extracción de características, neuroeducación.

Virtual environment, game-based learning, machinelearning, eye-tracking, feature extraction, neuroeducation.

1. Introducción y estado del arte

Durante la última década, el abaratamiento de los sensores neurológicos y la simplificación de las técnicas de análisis y adquisición de datos en diferentes sectores han ampliado el alcance de muchas aplicaciones finales. Los sistemas de eye-tracking, por ejemplo, incorporan muchas de esas técnicas. Las soluciones costosas y personalizadas de investigación médica avanzada e incluso publicitarias (Duchowski, 2002) se han convertido en soluciones comerciales estables contando con computadoras portátiles de alta gama y visores de realidad virtual a precios razonables (Shadiev & Li, 2022). En comparación con otros neurosensores, el eye-tracking proporciona señales estables que describen el comportamiento de la mirada y que son una de las vías para analizar el comportamiento humano en educación y psicología (Rodero & Larrea, 2022), por mencionar algunos. Además, el eye-tracking tiene una poderosa ventaja en términos de aceptación del usuario final: su baja intrusividad. Por ejemplo, el usuario puede realizar libremente diversas tareas usando solo un par de gafas livianas equipadas con tecnología de eye-tracking. Este dispositivo neurosensorial también tiene un inconveniente: solo registra datos sobre la fijación ocular, la dilatación y constricción de la pupila. En otras palabras, no se monitorean las respuestas cerebrales a los objetos visuales externos que puedan causar que el ojo reaccione de una forma u otra.

Dos campos prometedores para la aplicación del eye-tracking son la educación (García Carrasco et al., 2015) y el entrenamiento (Gardony et al., 2020). El eye-tracking puede ayudar a responder muchas preguntas. ¿Cómo miramos los materiales de aprendizaje dependiendo de su presentación multimedia? ¿Con qué facilidad nos distraemos? ¿En qué actividades centramos más nuestra atención? ¿Durante cuánto tiempo podemos estar concentrados en un tema determinado, etc. (Farran et al., 2016; Glennon et al., 2020)? Las respuestas a estas preguntas pueden ayudar a los profesores y formadores a comprender mejor cómo aprendemos y a optimizar la experiencia de aprendizaje y entrenamiento para maximizar los resultados en ella. Para facilitar la resolución a estas cuestiones, se encuentra el eye-tracking presente tanto en entornos 2D: pantallas (Añaños-Carrasco, 2015), como en entornos 3D: mundo real y la realidad virtual inmersiva (iVR, según sus siglas en inglés).

Los entornos iVR presentan algunas ventajas desafiantes para el aprendizaje y el entrenamiento (Checa & Bustillo, 2020). En primer lugar, ofrecen aprendizaje práctico: experiencias interactivas centradas en el alumno en lugar de dirigidas por el profesor. En segundo lugar, los estudiantes aprenden de manera autónoma a su propio ritmo, a diferencia de las experiencias de aprendizaje estandarizadas que suelen reducir los resultados del aprendizaje. En tercer lugar, las dificultades de la vida real se pueden simular tanto para estudiantes como para trabajadores: desde reorientar la atención y el tiempo de permanencia en entornos urbanos (Lapborisuth et al., 2021) hasta la conciencia, prevención y detección de ansiedad o depresión en estudiantes (Martinez et al., 2021). Finalmente, los usuarios de entornos iVR no tienen la sensación de estar siendo observados: a medida que aumenta la inmersión de la experiencia dentro del entorno iVR después de un par de minutos, la sensación de ser observado disminuye, lo que provoca un comportamiento natural.

Como la experiencia iVR se puede grabar y monitorear de cerca, el rendimiento del usuario se evalúa con mayor precisión que, por ejemplo, en las experiencias de aprendizaje basadas en exámenes. El análisis de los comportamientos también se puede utilizar para evaluar el aprendizaje en iVR. Esta simulación de VR (Wismer et al., 2022) utilizada para la evaluación del cumplimiento y habilidades físicas de laboratorio predijo con precisión (77%) tanto el estatus de experto como el de novato del usuario. La recopilación de datos de comportamiento relevantes en VR, por ejemplo, el seguimiento del movimiento de la cabeza y los ojos, y los datos de behaviometría, proporcionarán resultados más precisos. El eye-tracking y los entornos iVR son tecnologías nuevas para el aprendizaje y la capacitación con un futuro desafiante tanto para el público general como para los especialistas. Los nuevos dispositivos de visualización montados en la cabeza (HMDs, según sus siglas en inglés) para experiencias iVR de alta calidad registran datos de eye-tracking de forma no intrusiva.

Hasta ahora, el eye-tracking se ha utilizado para acciones básicas: movimientos dentro de entornos iVR cuando el espacio físico es limitado (Sun et al., 2018), interacción con manos libres dentro del entorno iVR, como escribir texto (Ma et al., 2018) y mover objetos virtuales (Tanaka et al., 2021). Algunos ejemplos de tareas complejas son la priorización de una escena según la mirada del usuario (Patney

et al., 2016) y la medición de la carga de trabajo cognitivo mediante el eye-tracking, que se investigó por primera vez para una tarea muy específica: entrenar a los cirujanos durante tareas de anastomosis vesico-uretral análogas (Cowan et al., 2021). Aprovechar la tecnología de eye-tracking dentro de VR presenta un enfoque novedoso para estudiar la atención y la motivación del estudiante, mientras que mejora potencialmente la eficacia de la enseñanza y sirve como una valiosa herramienta de evaluación (Rappa et al., 2022). Sin embargo, se deben superar algunos problemas importantes antes de que pueda implementarse completamente en entornos de aprendizaje que aplican el eye-tracking. En primer lugar, se debe demostrar el procesamiento eficiente de conjuntos de datos masivos de iVR de las experiencias de aprendizaje con eye-tracking. En segundo lugar, suponiendo que se pudiera identificar información útil en esos conjuntos de datos: ¿podríamos identificar la mejor forma de aprender según los contenidos iVR disponibles? En tercer lugar, se deben establecer las técnicas más precisas para extraer esta información oculta, considerando que el aprendizaje es un proceso cambiante y personalizado para cada ser humano. Todas estas preguntas deben responderse para el eye-tracking 3D, una tarea más compleja que el eye-tracking 2D tradicional, basado en pantalla (Gardony et al., 2020). La tecnología de eye-tracking tiene el potencial de complementar otras herramientas de recopilación de datos y proporcionar conjuntos de datos distintos que pueden mejorar el aprendizaje en entornos de realidad virtual. Para este propósito, las técnicas de aprendizaje automático podrían ser una de las soluciones más prometedoras para todas estas tareas y preguntas (Gardony et al., 2020).

El aprendizaje automático (ML, según sus siglas en inglés) implica técnicas basadas en datos que se utilizan para aprender de grandes conjuntos de datos que describen tareas complejas. La aplicación de técnicas de ML a conjuntos de datos de eye-tracking registrados en entornos de aprendizaje iVR puede ser para diferentes tareas (Gardony et al., 2020). En primer lugar, el ML puede realizar una tarea comúnmente conocida como extracción de características, que se utiliza para identificar las características principales de aquellos conjuntos de datos donde se concentra la información clave. Por ejemplo, el análisis de componentes discriminantes jerárquicos, una técnica ML utilizada con éxito para la extracción de características de conjuntos de datos de eye-tracking y electroencefalogramas (EEG) para la reorientación de la mirada y la atención en diferentes eventos de la mirada (Lapborisuth et al., 2021). En segundo lugar, el ML puede clasificar un ejercicio de atención del usuario y la calidad de un entorno de aprendizaje; además, sobre la misma base, puede predecir el rendimiento de aprendizaje del usuario en comparación con patrones anteriores. Asish et al. (2022) propusieron el uso de aprendizaje profundo (redes neuronales convolucionales) para clasificar la atención en tres ejercicios durante una experiencia de aprendizaje iVR basada en un conjunto de datos de eye-tracking etiquetado. En tercer lugar, el ML se puede utilizar en una arquitectura más compleja para adaptar el entorno iVR de aprendizaje a las necesidades y el ritmo específicos de cada usuario individual.

Sobre la base de las tres tareas mencionadas anteriormente, el ML puede ayudar al diseño de experiencias iVR con eye-tracking. En esta investigación, se aborda la segunda tarea. Se utilizaron diferentes técnicas de ML para clasificar la calidad del entorno de aprendizaje y tratar de predecir el rendimiento de aprendizaje del aprendiz. Luego, estos dos objetivos se probaron en un gran conjunto de datos (>50 millones de puntos de datos) de experiencias reales dentro de un escenario de aprendizaje realista donde 63 estudiantes repitieron una tarea definida y mejoraron su rendimiento.

En comparación con un gran conjunto de datos anterior (Asish et al., 2022), compuesto de datos de eye-tracking etiquetado con 3,4 millones de puntos de datos, el de este estudio es 15 veces más grande y tiene una mayor diversidad de datos (diferentes niveles de experiencia y condiciones ambientales), lo que aumenta la complejidad de la tarea propuesta: desde la identificación del aprendiz hasta la clasificación de la calidad del aprendizaje y la predicción del rendimiento del aprendizaje del aprendiz. Finalmente, la pregunta a responder en esta investigación es si los conjuntos de datos basados en el eye-tracking de los entornos de aprendizaje iVR son adecuados para la evaluación de las condiciones de aprendizaje y rendimiento del aprendiz mediante el ML. Cabe señalar que esta investigación no pretende encontrar una solución fiable y robusta para estas tareas, sino un primer enfoque que proporcionará una línea de base para futuras mejoras en esta estrategia de investigación.

2. Material: Un entorno de aprendizaje iVR

En el desarrollo de una experiencia educativa iVR efectiva es recomendable seguir tres pasos (Figura 1): pre-diseño, diseño y evaluación (Checa & Bustillo, 2020). El primer paso, el pre-diseño, establece un escenario en el que se mejora el aprendizaje mediante la introducción de tecnologías iVR. En esta investigación se ha creado un entorno iVR para aprender a operar un puente-grúa. Esta maquinaria se utiliza en muchos procesos industriales y de transporte. La operación de control remoto significa que los simuladores de iVR pueden imitar de cerca las tareas industriales. La experiencia de entrenamiento de iVR adquiere datos de rendimiento del usuario durante los ejercicios para evaluar la experiencia y está diseñada para ser breve, fácil de aprender y repetible.



Una vez fijados los objetivos de aprendizaje, es necesario aplicar un enfoque pedagógico y tener en cuenta las teorías de aprendizaje durante la fase de diseño. Las teorías del aprendizaje brindan pautas sobre las motivaciones de los aprendices, los procesos de aprendizaje y los resultados (Pritchard, 2017). Esta experiencia busca promover el aprendizaje vinculando iVR a una fusión de principios desde múltiples

perspectivas pedagógicas. Hay muchas teorías de aprendizaje desarrolladas para su uso en experiencias iVR o que pueden adaptarse fácilmente para su uso con estas nuevas tecnologías. Para esta investigación se consideraron cuatro teorías de aprendizaje.

En primer lugar, la Teoría del Aprendizaje Situado (Huang et al., 2010) que emplea un enfoque constructivista, en la medida en que los estudiantes aprenden habilidades participando activamente en experiencias iVR. En segundo lugar, la Perspectiva Tecnológica de los Entornos Virtuales de Aprendizaje 3D (Dalgarno & Lee, 2010), según los cuales los estudiantes aprenden a través de la interacción autónoma, el aprendizaje práctico y la resolución de problemas. En tercer lugar, el marco de la cognición incorporada (Wilson, 2002) donde plantea una conexión entre nuestros sentidos motor y visual; por lo tanto, cuanto más explícita sea la conexión, como en las experiencias iVR, más fácil se vuelve el aprendizaje. Finalmente, la Base Teórica del Cono de Experiencia de Dale (Dale, 1946) sostiene que los estudiantes aprenden mejor cuando pasan por una experiencia real o cuando la experiencia es simulada de manera realista. El entorno de aprendizaje iVR propuesto ofrece una experiencia realista en la que practicar estos principios y un entorno seguro donde corregir errores.

El segundo paso de esta metodología es la fase de diseño. La experiencia está diseñada para lograr el mayor grado de inmersión del usuario. La inmersión es la impresión subjetiva de participar en una experiencia realista e implica la suspensión voluntaria de la incredulidad. El diseño de experiencias de aprendizaje inmersivo que inducen esta incredulidad se basa en factores: 1) sensoriales, 2) orientados a la acción y 3) simbólicos (Dede, 2009). En relación con los factores sensoriales, el objetivo es reemplazar la información sensorial del mundo real con estímulos sintéticos, como imágenes visuales en 3D, sonido envolvente y respuestas táctiles (Bowman & McMahan, 2007). Relacionado con los factores de acción, la inmersión es una forma de proporcionar al participante una experiencia en la que se pueden iniciar acciones que replican las del mundo real. La experiencia está diseñada para permitir acciones intuitivas y naturales. Estas interacciones se desarrollaron con el apoyo de una plantilla creada previamente (Checa et al., 2020). Esta plantilla simplifica el proceso de desarrollo con funciones preprogramadas para su reutilización efectiva. El control remoto de una grúa puente es el principal medio de interacción entre el usuario y la aplicación. El usuario puede agarrar el controlador con cualquier mano y presionar los botones que controlan el movimiento del puente grúa con la otra mano como se muestra en el vídeo de presentación del simulador (Checa & Bustillo, 2022). Además, el usuario es capaz de moverse dentro del espacio disponible de su realidad actual, aproximadamente un espacio de 3x3 metros. Sin embargo, el usuario requería espacio adicional para realizar el ejercicio propuesto, por lo que se creó un sistema de movimiento basado en fijaciones. Se colocaron cuatro puntos de teletransportación como se muestra en la Figura 1 (II-B).

Finalmente, considerando los factores simbólicos, la activación de asociaciones semánticas y psicológicas es fundamental para la inmersión del participante en el contenido de la experiencia. Una situación real que se recrea en versión digital profundiza la experiencia inmersiva. En este caso, con el fin de fomentar estas asociaciones, el escenario, que se muestra en la Figura 1 (II), fue diseñado para ser fotorrealista. Se utilizó Unreal Engine, un motor de juegos gráficos compatible con las gafas iVR (HMD, por sus siglas en inglés) seleccionadas, para la creación de esta experiencia educativa iVR.

La evaluación es la última fase del desarrollo de esta experiencia educativa iVR. En esta investigación se analizaron las habilidades de aprendices novatos para operar un puente-grúa en condiciones ideales y con factores externos que afectan el rendimiento visual o auditivo. Para ello, se crearon diferentes entornos en los que la tarea a realizar era siempre la misma, incluyendo en ciertos casos factores externos para alterar el rendimiento del aprendiz. La tarea propuesta consistía en mover el gancho de un puente-grúa hacia un barril en una posición inicial, engancharlo y completar el recorrido propuesto en el menor tiempo posible, tratando de no derribar ningún cono. En la Figura 1 (III) se muestran los diferentes espacios de la fábrica donde se realizó la tarea tanto en condiciones ideales (Figura 1.III-A), como con cronómetro y dificultades visuales y auditivas (Figura 1.III-B), con iluminación tenue (Figura 1.III-C) y con alto tráfico de operarios y ruido (Figura 1.III-D). Cabe mencionar que se diseñó una experiencia corta con objetivos simples donde diferentes factores no previstos podrían ser fácilmente introducidos como perturbaciones. Con esta estrategia, los aprendices pueden probar la experiencia más de una vez

en poco tiempo, registrando diferentes niveles de experiencia a medida que aprenden rápidamente por repetición y en diferentes condiciones de aprendizaje, mientras que aumenta la cantidad de perturbaciones. Los diferentes tipos de datos, presentados en la Sección 3.2, se recopilaron automáticamente para esta evaluación.

3. Experiencias de aprendizaje y conjunto de datos como método

En esta sección se describen los participantes, las experiencias de aprendizaje y los datos obtenidos de las mismas.

3.1. Experiencias de aprendizaje

Las experiencias de aprendizaje se dividieron en 3 sesiones realizadas en semanas consecutivas para la recopilación de datos. La estructura de la experiencia completa se muestra en la Figura 2.



En la primera sesión (Sesión 1 en la Figura 2), los participantes realizaron un tutorial iVR para aprender a usar los controles básicos del puente-grúa y familiarizarse con el entorno iVR. A continuación, completaron el ejercicio estándar de la experiencia iVR educativa descrito en la Sección 2. En este ejercicio, los participantes debían operar el puente-grúa para que el barril fuera enganchado y transportado a través de un circuito entre conos sin que la carga cayera ni volcase cualquier cono. El ejercicio terminó cuando el aprendiz dejó la carga en el destino final del circuito. Este ejercicio estándar se repitió en los siguientes ejercicios para mejorar las habilidades de los participantes en el control del puente-grúa.

Una semana después, tuvo lugar la segunda sesión, que consistió en 5 ejercicios (Sesión 2 en la Figura 2), de los cuales el primero, el tercero y el quinto fueron ejercicios estándar. En el segundo, el aprendiz que controlaba el puente-grúa debía seguir procedimientos de seguridad cuando los operarios caminaban por la fábrica. En el cuarto ejercicio se incluyó el sonido de una campana de fábrica que podría ser estresante para el rendimiento del operario.

Finalmente, los últimos 5 ejercicios formaron la tercera sesión (Sesión 3 en la Figura 2). El ejercicio estándar se repitió en los ejercicios primero, tercero y quinto. En el segundo, las condiciones de iluminación empeoraron, lo que dificultó el manejo del puente-grúa. Finalmente, se agregaron ruidos de fondo potencialmente estresantes dentro de la fábrica durante el manejo del puente-grúa que podrían empeorar el rendimiento en el cuarto ejercicio. Además, para finalizar toda la experiencia, se invitó a todos los participantes a completar una encuesta de satisfacción. El propósito de recopilar esta información fue estudiar si los factores antes mencionados influían en los resultados de los participantes.

La muestra del experimento estaba formada por 63 estudiantes (56% mujeres), de tercer curso del Grado en Comunicación Audiovisual o de primer curso del Máster en Comunicación y Diseño Multimedia. La edad media de la muestra fue de 22,3 años ($\sigma=2,15$), y todos los participantes realizaron las tres sesiones en las mismas condiciones.

El equipo utilizado para las tres sesiones consistió en tres computadoras de escritorio equipadas con Intel Core i7-10710U, 32 GB de RAM y tarjetas gráficas NVIDIA GTX 2080 conectadas a HTC Vive Pro Eye HMD y sus controladores (Figura 1D). Todas las experiencias se realizaron siguiendo la normativa

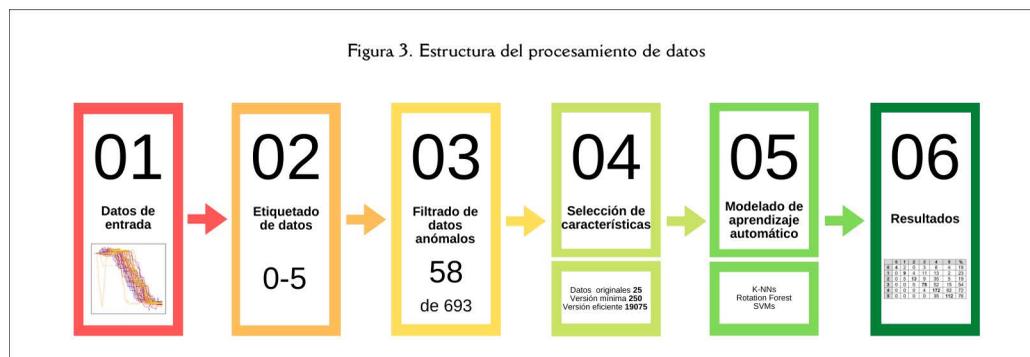
española para evitar la transmisión de la COVID-19 y se siguió el protocolo aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Burgos para la recogida de datos en cumplimiento de la protección de datos (Número de Referencia: UBU 01/2022).

3.2. Descripción del conjunto de datos

Para recopilar la información de la experiencia descrita en la Sección 2, se creó un conjunto de datos. Incluía dos tipos de datos: 1) datos globales de cada ejercicio; y 2) datos de rendimiento del aprendiz. El conjunto de datos se resume en la Tabla 1 (<http://bit.ly/3ZiA6cC>). Para los datos globales, los atributos seleccionados fueron: identificador de aprendiz (ID); tiempo (T) dedicado a la tarea; fallos por colisión (F); y número de veces que se presionan dos botones simultáneamente en el control de la grúa (Pb). Los datos de rendimiento del aprendiz consistieron en 15 entradas o atributos dentro del entorno iVR relacionados con la posición y rotación de: la grúa ($C_{p_{x,y,z}}$ y $C_{r_{y,z}}$), la carga ($L_{p_{x,y,z}}$ y $L_{r_{x,y,z}}$), y la cabeza del aprendiz ($H_{p_{x,y,z}}$ y H_{r_x}). Además, se extrajeron 10 entradas del sistema de eye-tracking: posición de enfoque de la mirada ($F_{p_{x,y,z}}$); distancia entre el aprendiz y el punto focal (D); apertura de los ojos (EL_o y ER_o); y posición de la pupila ($PL_{p_{x,y}}$ y $PR_{p_{x,y}}$). Esas últimas 25 entradas fueron series temporales adquiridas a 120Hz. Las figuras en la columna derecha de la Tabla 1 muestran la evolución temporal de una entrada (L_{p_x}) para todos los aprendices para los ejercicios 2, 8 y 11, mostrando que no hay posibilidad de que el análisis de datos tradicional extraiga información inmediata de ellos. Los resultados del Número de experiencia (X_n) y el Rendimiento del aprendiz (P) también se recogen en la Tabla 1, variables que se considerarán como salidas o clases para los modelos de predicción, como se explicará en la Sección 4.1.

4. Análisis y resultados

Una vez registrados los datos de las experiencias de aprendizaje, hasta un total de 693 ejercicios, el modelado de ML se realizó en varias etapas. En primer lugar, se etiquetaron los datos. Luego, los datos se sometieron a preprocesamiento (codificación de datos, manejo de valores ausentes y detección de valores atípicos y normalización), visualización y selección de características, antes de introducirlos en los algoritmos de ML. Finalmente, se aplicaron diferentes técnicas de clasificación. La Figura 3 resume estas etapas.



4.1. Etiquetado de datos

En entornos del mundo real, la evaluación objetiva del rendimiento del que aprende puede ser difícil para determinar si la persona está lista para realizar una determinada tarea o si necesita más preparación. Sin embargo, las métricas, como el tiempo de finalización y la precisión, se pueden registrar de manera objetiva en un entorno virtual. Estas métricas se han utilizado en este estudio como medida de rendimiento del aprendiz.

La medida de rendimiento del aprendiz que se seleccionó y etiquetó como un valor entero entre 0 y 5, se basó en dos parámetros: 1) tiempo de finalización; y 2) fallos por colisión. Los fallos se calcularon a partir de la cantidad de conos derribados durante el ejercicio y la cantidad de veces que se presionaron varios botones del controlador físico al mismo tiempo. Ambos parámetros fueron calificados de 0 a 5, y el mínimo de ambos fue asignado como la métrica de desempeño final. En cuanto a las etiquetas utilizadas

para el contexto de aprendizaje, corresponden a las utilizadas para identificar cada ejercicio, descritas en la Figura 2.

Cada ejercicio explicado en la Sección 3.1 para cada aprendiz fue considerado una muestra única, por lo que se asignó una evaluación de rendimiento por cada aprendiz y ejercicio realizado. Cada participante realizó 11 sesiones y 63 aprendices participaron en el experimento, por lo que el conjunto de datos original estaba compuesto por 693 muestras. La distribución de cada etiqueta de conjunto de datos en la muestra fue la siguiente: 3% etiqueta 0; 5% etiqueta 1; 12% etiqueta 2; 26% etiqueta 3; 35% etiqueta 4 y 19% etiqueta 5. Se observó un claro desequilibrio, especialmente en las clases 0 y 1, resultado natural si se tiene en cuenta que los aprendices aprenden rápidamente la tarea propuesta, mejorando su puntuación después de las dos primeras sesiones.

4.2. Preparación de datos y extracción de características

Durante la etapa de captura de datos, pueden ocurrir errores que son difíciles de detectar mientras se realiza la experiencia, y es crucial filtrarlos para que no introduzcan ruido en el conjunto de datos. Los fallos de captura pueden venir de fallos en el software debidos a la saturación del búfer, del fallo momentáneo del sensor e incluso por circunstancias como reflejos o desalineación del HMDs. Estos fallos pueden ser detectados mediante la visualización de datos para luego ser filtrados.

Por lo tanto, se realizó un preprocesamiento de datos para filtrar datos anómalos antes de las tareas de ML. Para esta tarea se seleccionaron varias bibliotecas ampliamente utilizadas en el campo de la ciencia de datos. Por un lado, para la visualización de datos se seleccionó la biblioteca Pandas (McKinney, 2011) y el paquete tslearn (Tavenard et al., 2020), debido a su especial diseño para análisis de series temporales. Como resultado, se eliminaron 58 muestras del conjunto de datos original de 693 porque mostraban anomalías elevadas o comportamientos de aprendiz inusuales. Por otro lado, las muestras capturadas eran de diferente duración, ya que cada alumno completó los ejercicios en un tiempo diferente. La investigación sobre la clasificación de series temporales suele centrarse en el caso de series de longitud uniforme. Como este trabajo pretende proporcionar una línea de base para futuras investigaciones, las series temporales se normalizaron, en este caso a la longitud máxima (4326 puntos de datos), haciendo uso de la función TimeseriesResample de la biblioteca tslearn que realiza una interpolación lineal, de manera que se consiguió que todas tuvieran la misma longitud.

En segundo lugar, se realizó la selección de características de los datos sin procesar. El objetivo de esta tarea era explorar la cantidad de información útil oculta en cada conjunto de datos. Para ello se utilizó el algoritmo FRESH (Christ et al., 2016) del paquete tsfresh (Christ et al., 2018). Esta biblioteca incluye una amplia variedad de características que pueden ser extraídos de series temporales sin procesar. En este caso, se extrajeron 19.075 características para cada serie temporal. El conjunto de características puede incluir atributos estadísticos básicos (picos, máximos, mínimos, etc.), medidas de corrección y evolución de una serie temporal (ruido blanco, tendencia, estacionalidad, autocorrelación, etc.). Existen algunos diccionarios predefinidos de la biblioteca, dos de los cuáles se usaron en este estudio. Una versión más ligera, denominada «mínima», y otra más completa, denominada «eficiente». La extracción de características se realizó en ambos modos, obteniendo así dos nuevos conjuntos de datos: uno con la versión mínima y otro con todas las características (versión eficiente).

4.3. Aprendizaje y proceso de modelado

A continuación, se utilizaron diferentes algoritmos de ML para predecir el rendimiento del aprendiz y la calidad del entorno de aprendizaje. Se probaron los tres conjuntos de datos diferentes propuestos en la Sección 4.2: 1) los datos originales sin procesar, 2) la versión mínima de extracción de características y 3) la versión eficiente.

Para esta tarea se probaron tres técnicas de ML, cada una de naturaleza muy diferente: 1) *k*-vecinos más cercanos (*k*NN), un algoritmo de agrupamiento simple pero eficiente que usa la proximidad para hacer clasificaciones o predicciones sobre la agrupación de un punto de datos individual. El valor de *k* define cuántos vecinos se verificarán (en este caso, *k* se estableció en 1). 2) Máquinas de vectores de soporte (SVM), un algoritmo complejo y bien consolidado que define un hiperplano en un espacio *N*-

dimensional, con N como número de características, que separan claramente los puntos de datos dados. Y 3) Random Forest (RF), un algoritmo que pertenece a la familia de algoritmos ensemble. Crea árboles de decisión y combina los resultados de todos ellos utilizando la votación mayoritaria para la clasificación y los promedios para la regresión. El objetivo era evaluar cuál predice mejor el rendimiento y el conjunto de datos más adecuado para esa tarea de clasificación. Los tres algoritmos se evaluaron utilizando la herramienta WEKA (Hall et al., 2008).

Se usó una validación cruzada, dada la invariancia estadística para la selección de los subconjuntos, para dividir el conjunto de datos en instancias de entrenamiento e instancias de validación. Se seleccionó una validación cruzada con el 10% de los datos, debido al tamaño del conjunto de datos. El indicador de calidad seleccionado fue la precisión, que representa la proporción de observaciones correctamente clasificadas sobre el número total de instancias evaluadas.

4.4. Resultados

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los experimentos mencionados. Los mejores resultados se destacan en negrita. El conjunto de datos de la versión mínima obtuvo mejores resultados que los otros dos conjuntos de datos, lo que demuestra la necesidad de la selección de características en conjuntos de datos de este tipo. En cuanto a los algoritmos, Random Forest fue el que claramente se desempeñó mejor en ambas tareas.

Algoritmo	Ejercicios (% de precisión)			Rendimiento del aprendiz (% de precisión)		
	RF	1-NN	SVM	RF	1-NN	SVM
Datos originales	43,56	26,17	35,41	42,38	35,24	40,74
Version mínima	44,29	31,12	42,34	59,31	48,20	51,98
Versión eficiente	40,11	25,84	40,72	59,12	48,05	51,72

Conviene señalar algunas cuestiones. En primer lugar, el bajo rendimiento de kNN demuestra que los algoritmos usados en la búsqueda de tareas previas que presenten gran similitud con la tarea que se quiere predecir no son adecuados para este tipo de tareas. Se trata de un desafío fascinante en que las técnicas de ML, especialmente diseñadas para estructuras de datos complejas, jugarán un papel central.

	1	2	3*	4	5*	6	7	8*	9	10*	11	%		0	1	2	3	4	5	%
1	21	11	0	3	0	0	4	0	0	0	0	54	0	4	2	0	3	8	4	19
2	12	26	5	2	4	3	7	0	0	0	0	44	1	0	9	4	11	13	2	23
3*	6	9	39	0	5	3	4	0	5	0	0	55	2	0	5	13	9	35	5	19
4	3	11	9	10	3	7	5	0	9	0	13	14	3	0	0	0	78	52	15	54
5*	0	0	9	0	43	0	0	0	0	0	0	83	4	0	0	0	4	172	62	72
6	3	7	2	15	10	4	3	0	7	0	17	6	5	0	0	0	0	35	112	76
7	5	8	7	5	3	2	15	0	10	0	5	25								
8*	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	100								
9	0	2	0	9	2	9	8	0	7	0	21	12								
10*	0	0	4	0	5	2	3	0	2	46	0	74								
11	0	2	0	7	2	9	11	0	7	0	15	28								

En segundo lugar, todas las técnicas de extracción de características y los algoritmos ML que se probaron proporcionaron un rendimiento de predicción medio-bajo, que raramente era muy preciso, lo que revela una futura línea de investigación para mejorar. Finalmente, en la Tabla 2 se muestran los valores de rendimiento promedio, sin mostrar el rendimiento de todas las clases (niveles de rendimiento o ejercicios). Para analizar esta cuestión en detalle, en la Tabla 3 se muestra la matriz de confusión para el mejor método, Random Forest, y para ambas tareas de clasificación. Se incluye el porcentaje de instancias predichas correctamente a la derecha de cada matriz de confusión.

La matriz de confusión para la clasificación de las experiencias (a la izquierda de la Tabla 3) mostró que las experiencias con algún tipo de limitación de aprendizaje (ruido, presión de tiempo...) alcanzaron altos niveles de precisión (78% de media frente al 26% de los ejercicios estándar); esos fueron los ejercicios 3, 5, 8 y 10, marcados con un asterisco en la Tabla 3. En cuanto al desempeño de los aprendices, aunque el modelo no obtuvo la clasificación correcta, mostró una tendencia a predecir clases cercanas a las correctas; por lo tanto, el sistema fue capaz de clasificar correctamente a los aprendices novatos y a los aprendices expertos. Las clasificaciones de los modelos fueron significativamente mejores para las clases 3, 4 y 5 (rendimiento medio-alto bueno) que para las clases 0, 1 y 2 (rendimiento bajo). Un resultado que también era previsible, dado el desequilibrio de las clases descrito en la Sección 4.1.

5. Discusión y conclusiones

Los sistemas iVR actuales generalmente utilizan métodos de aprendizaje estandarizados que no se adaptan a las características individuales de cada alumno. Esto conduce a altos niveles de desmotivación, actitudes pasivas, aburrimiento, bajo compromiso y frustración entre los alumnos. Los datos de eye-tracking pueden desempeñar un papel importante en la supervisión de estos entornos y como complemento de otras herramientas de recopilación de datos, por ejemplo, la conductimetría. El uso de técnicas de Inteligencia Artificial sobre esos conjuntos de datos extraídos de entornos de entrenamiento iVR puede ser la solución deseada, para adaptar los entornos de aprendizaje iVR a los diferentes antecedentes y características particulares de cada alumno. En este estudio se ha examinado la forma en que se pueden aplicar las técnicas básicas de ML para lograr ese objetivo, específicamente para evaluar las condiciones de aprendizaje y el rendimiento del aprendiz, dentro de áreas donde la bibliografía existente es especialmente limitada. Para ello se ha diseñado un entorno iVR y una experiencia de prueba, de forma que se esperaba que los aprendices repitieran una tarea corta y sencilla mientras eran expuestos a diferentes perturbaciones, aprendiendo rápidamente y generando un conjunto de datos con una gran diversidad de ejercicios para diferentes niveles de experiencia del aprendiz y bajo diferentes condiciones ambientales. Luego se probaron diferentes técnicas de ML para dos tareas: 1) clasificación de la calidad del entorno de aprendizaje; y 2) predicción del rendimiento del aprendiz. Se siguieron métodos de ciencia de datos bien establecidos para probar las siguientes técnicas: etiquetado de datos, filtrado de datos, extracción de características y modelado de ML bajo un esquema de validación cruzada. Entre los algoritmos que se probaron, Random Forest mostró la mejor precisión para ambas tareas. Si bien se logró una alta precisión para clasificar las condiciones de aprendizaje anómalas (78%), los resultados no fueron tan buenos para la predicción del rendimiento del aprendiz (59%). Cabe señalar que el objetivo de esta investigación no es encontrar una solución confiable y robusta para estas tareas, sino que se trata de una primera aproximación que proporcionará una línea base para futuras mejoras en el uso de ML en entornos de entrenamiento con iVR.

En comparación con la bibliografía existente, en este estudio se alcanzan niveles de precisión similares en la evaluación de la calidad del entorno. Así, mientras que en este estudio (Wisner et al., 2022) se consiguió predecir el estado de experto o novato del usuario con una precisión del 77% en una simulación de iVR para medir las habilidades de laboratorio y la evaluación y el cumplimiento del alumno mediante la conductimetría, en el presente estudio se lograron niveles de precisión del 78% al clasificar la calidad del entorno de aprendizaje. En comparación con la evaluación de atención o distracción (Asish et al., 2022), la precisión del modelo fue menor; diferencia que surge de la definición de clases en ambos trabajos: mientras que en esta investigación se utilizaron hasta 6 niveles, en Asish et al. (2022) utilizaron una clasificación binaria, que generalmente produce una mayor precisión. Finalmente, en comparación con la clasificación de calidad en la conducción (Deng et al., 2020), en este trabajo se han alcanzado algunas conclusiones comunes: la estabilidad y mayor precisión de las técnicas de ensembles, como Random Forest, sobre otros algoritmos clásicos, como kNN, o SVM. Una vez más, la alta precisión lograda en este trabajo (hasta el 89%) podría provenir de la selección de solo 3 clases y la gran diferencia de comportamiento entre los conductores en cada clase. Como también se describió en dichos trabajos anteriores, se requiere la extensión de los conjuntos de datos, en términos de aprendices y condiciones, para lograr una mayor precisión. Sin embargo, la idoneidad del ML para el desempeño de tales tareas ha sido confirmada

en esta investigación, en la medida en que uno de los conjuntos de datos más grandes, con más de 50 millones de puntos de datos, se procesó de manera mucho más eficiente que las técnicas convencionales de procesamiento de datos basadas en humanos.

Los estudios futuros podrían centrarse en mejorar la precisión de los modelos de predicción para la evaluación del aprendizaje en entornos iVR. Este objetivo podría lograrse ampliando el conjunto de datos para incluir experiencias de nuevos aprendices, mejorando las metodologías de etiquetado y utilizando técnicas de equilibrio para clases altamente desequilibradas (como el algoritmo SMOTE). Además, se podrían probar técnicas alternativas de ML, como los modelos ocultos de Markov con resultados probados para series temporales, a fin de capturar las tendencias dinámicas del rendimiento del aprendiz. Además, los resultados han motivado la necesidad de agregar información relacionada con la sesión al conjunto de datos, de modo que se puedan extraer los patrones de rendimiento de los aprendices durante y entre sesiones.

Contribución de Autores

Idea, C.P.A.; Revisión de literatura (estado del arte), D.C.; Metodología, I.M.A., D.C.; Análisis de datos, A.S.M., C.P.A.; Resultados, A.S.M.; Discusión y conclusiones, A.S.M., I.M.A.; Redacción (borrador original), C.P.A., I.M.A.; Revisiones finales, C.P.A., I.M.A.; Diseño del Proyecto y patrocinios, D.C., A.S.M.

Aposos

Esta investigación ha sido financiada por el Proyecto ACIS (INVESTUN/21/BU/0002) de la Consejería de Empleo e Industria de la Junta de Castilla y León (España), el Proyecto Erasmus+ RISKREAL (2020-1-ES01-KA204-081847) de la Comisión Europea, el Proyecto HumanAid (TED2021-129485B-C43) del Ministerio Español de Ciencia e Innovación y el Programa Margarita Salas del Ministerio Español de Universidades financiado por NextGenerationEU.

Referencias

- Añaños-Carrasco, E. (2015). Eyetracker technology in elderly people: How integrated television content is paid attention to and processed. [La tecnología del «EyeTracker» en adultos mayores: Cómo se atienden y procesan los contenidos integrados de televisión]. *Comunicar*, 45, 75-83. <https://doi.org/10.3916/C45-2015-08>
- Asish, S.M., Kulshreshth, A.K., & Borst, C.W. (2022). Detecting distracted students in educational VR environments using machine learning on eye gaze data. *Computers & Graphics*, 109, 75-87. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2022.10.007>
- Bowman, D.A., & McMahan, R.P. (2007). Virtual reality: How much immersion is enough? *Computer*, 40(7), 36-43. <https://doi.org/10.1109/MC.2007.257>
- Checa, D., & Bustillo, A. (2020). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 79, 5501-5527. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9>
- Checa, D., & Bustillo, A. (2022). *Grua Rv*. <http://3dubu.Es/En/Cranevr/>
- Checa, D., Gatto, C., Cisternino, D., De Paolis, L.T., & Bustillo, A. (2020). A Framework for Educational and Training Immersive Virtual Reality Experiences. In L. T. de Paolis, & P. Bourdot (Eds.), *Augmented reality, virtual reality, and computer graphics* (pp. 220-228). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58468-9_17
- Christ, M., Braun, N., Neuffer, J., & Kempa-Liehr, A.W. (2018). Time series feature extraction on basis of scalable hypothesis tests (tsfresh - A Python package). *Neurocomputing*, 307, 72-77. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.03.067>
- Christ, M., Kempa-Liehr, A., & Feindt, M. (2016). Distributed and parallel time series feature extraction for industrial big data applications. *ArXiv*, 1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1610.07717>
- Cowan, A., Chen, J., Mingo, S., Reddy, S.S., Ma, R., Marshall, S., Nguyen, J.H., & Hung, A.J. (2021). virtual reality vs dry laboratory models: Comparing automated performance metrics and cognitive workload during robotic simulation training. *Journal of Endourology*, 35(10), 1571-1576. <https://doi.org/10.1089/end.2020.1037>
- Dale, E. (1946). *Audiovisual methods in teaching*. Dryden Press. <https://bit.ly/42aVW03X>
- Dalgarno, B., & Lee, M.J.W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, (1), 41-41. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69. <https://doi.org/10.1126/science.1167311>
- Deng, Q., Wang, J., Hillebrand, K., Benjamin, C.R., & Soffker, D. (2020). Prediction performance of lane changing behaviors: A study of combining environmental and eye-tracking data in a driving simulator. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(8), 3561-3570. <https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2937287>
- Duchowski, A.T. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 34(4), 455-470. <https://doi.org/10.3758/BF03195475>
- Farran, E., Formby, S., Danyal, F., Holmes, T., & Herwegen, J. (2016). Route-learning strategies in typical and atypical development; eye-tracking reveals atypical landmark selection in Williams syndrome: Route-learning and eye-tracking. *Journal of Intellectual Disability Research*, 60(10), 933-944. <https://doi.org/10.1111/jir.12331>
- García-Carrasco, J., Hernández-Serrano, M.J., & Martín-García, A.V. (2015). Plasticity as a framing concept enabling transdisciplinary understanding and research in neuroscience and education. *Learning, Media and Technology*, 40, 152-167.

- <https://doi.org/10.1080/17439884.2014.908907>
- Gardony, A.L., Lindeman, R.W., & Brunyé, T.T. (2020). Eye-tracking for human-centered mixed reality: Promises and challenges. *Proc.SPIE*, 11310, 113100T. <https://doi.org/10.1117/12.2542699>
- Glennon, J.M., Souza, H., Mason, L., Karmiloff-Smith, A., & Thomas, M.S.C. (2020). Visuo-attentional correlates of Autism Spectrum Disorder (ASD) in children with Down syndrome: A comparative study with children with idiopathic ASD. *Research in Developmental Disabilities*, 104, 103678. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103678>
- Hall, M., Frank, E., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., & Witten, I. (2008). The WEKA data mining software: An update. *SIKDD Explor. Newsl*, 11(1), 10-18. <https://doi.org/10.1145/1656274.1656278>
- Huang, H.M., Rauch, U., & Liaw, S.S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers and Education*, 55(3), 1171-1182. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.014>
- Lapborisuth, P., Koorathota, S., Wang, Q., & Sajda, P. (2021). Integrating neural and ocular attention reorienting signals in virtual reality. *Journal of Neural Engineering*, 18(6). <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ac4593>
- Ma, X., Yao, Z., Wang, Y., Pei, W., & Chen, H. (2018). Combining brain-computer interface and eye-tracking for high-speed text entry in virtual reality. In *IUI '18: 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 263-267). <https://doi.org/10.1145/3172944.3172988>
- Martinez, K., Menéndez-Menéndez, M.I., & Bustillo, A. (2021). Awareness, prevention, detection, and therapy applications for depression and anxiety in serious games for children and adolescents: Systematic review. *JMIR Serious Games*, 9(4). <https://doi.org/10.2196/30482>
- Mckinney, W. (2011). *pandas: A foundational Python library for data analysis and statistics*. Python High Performance Science Computer.
- Patney, A., Salvi, M., Kim, J., Kaplanyan, A., Wyman, C., Benty, N., Luebke, D., & Lefohn, A. (2016). Towards foveated rendering for gaze-tracked virtual reality. *ACM Trans. Graph*, 35(6), 1-12. <https://doi.org/10.1145/2980179.2980246>
- Pritchard, A. (2017). *Ways of learning: Learning theories for the classroom*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315460611>
- Rappa, N.A., Ledger, S., Teo, T., Wong, K.W., Power, B., & Hilliard, B. (2022). The use of eye-tracking technology to explore learning and performance within virtual reality and mixed reality settings: A scoping review. *Interactive Learning Environments*, 30(7), 1338-1350. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1702560>
- Rodero, E., & Larrea, O. (2022). Virtual reality with distractors to overcome public speaking anxiety in university students; [Realidad virtual con distractores para superar el miedo a hablar en público en universitarios]. *Comunicar*, 72. <https://doi.org/10.3916/C72-2022-07>
- Shadiev, R., & Li, D. (2022). A review study on eye-tracking technology usage in immersive virtual reality learning environments. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104681>
- Sun, Q., Patney, A., Wei, L.Y., Shapira, O., Lu, J., Asente, P., Zhu, S., Mcguire, M., Luebke, D., & Kaufman, A. (2018). Towards virtual reality infinite walking: Dynamic saccadic redirection. *ACM Transactions on Graphics*, 37(4), 1-13. <https://doi.org/10.1145/3197517.3201294>
- Tanaka, Y., Kanari, K., & Sato, M. (2021). Interaction with virtual objects through eye-tracking. In *International Workshop on Advanced Imaging Technology (IWAIT) 2021* (pp. 1176624). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2590989>
- Tavenard, R., Faouzi, J., Vandewiele, G., Divo, F., Androz, G., Holtz, C., Payne, M., Yurchak, R., Rußwurm, M., Kolar, K., & Woods, E. (2020). Tslern, A Machine-learning Toolkit for Time Series Data. *J. Mach. Learn. Res*, 21, 1-6.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 625-636. <https://doi.org/10.3758/BF03196322>
- Wismer, P., Soares, S.A., Einarson, K.A., & Sommer, M.O.A. (2022). Laboratory performance prediction using virtual reality behaviometrics. *PLoS One*, 17(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279320>



Análisis del estrés, atención, interés y conexión emocional en la enseñanza superior presencial y online: Un estudio neurotecnológico

Analysis of stress, attention, interest, and engagement in onsite and online higher education A neurotechnological study

-  Dr. David Juárez-Varón. Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Mecánica y Materiales, Universidad Politécnica de Valencia (España) (djuarez@upv.es) (<https://orcid.org/0000-0003-3251-8851>)
-  Isabel Bellido-García. Doctoranda, MaCom Research Group, Universidad Politécnica de Valencia (España) (isbelgar@upv.es) (<https://orcid.org/0000-0002-5665-8261>)
-  Dr. Brij-B. Gupta. Profesor, Departamento de Informática e Ingeniería de la Información, Universidad de Asia (Taiwán) (bbgupta@asia.edu.tw) (<https://orcid.org/0000-0003-4929-4698>)

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo registrar y analizar, mediante el uso de neurotecnología, en un contexto formativo universitario presencial y online, el efecto que tiene en variables relevantes en el proceso de aprendizaje, lo cual supone una innovación en la literatura. En este estudio se ha empleado tecnología de neurociencia para medir el procesamiento cognitivo de los estímulos diseñados para una experiencia académica de una clase de máster universitario. Las neurotecnologías empleadas han sido la respuesta galvánica de la piel (GSR), la electroencefalografía (EEG) y el seguimiento ocular. Tras el análisis de los registros cerebrales, basados en la atención, interés, estrés y conexión emocional (engagement), en un contexto educativo presencial y su análisis comparativo con el seguimiento online, los resultados indicaron que los niveles de intensidad emocional de los alumnos que siguieron la clase de forma presencial son más elevados que aquellos que asistieron de forma online. A su vez, los valores de actividad cerebral positiva (atención, interés y engagement) son superiores en el grupo de asistencia presencial, siendo la variable negativa estrés también superior, pudiendo justificarse debido a que los alumnos conectados online no activaban la cámara. Los registros cerebrales de los alumnos que asisten a distancia muestran menor interés y atención, así como una menor intensidad emocional, por lo que el aprendizaje a distancia (online) es menos efectivo, a efectos de señales cerebrales, que la enseñanza en el aula, para una clase teórica de máster universitario.

ABSTRACT

The aim of this work is to register and analyse, using neurotechnology, in onsite onsite and online university educational context, the effect on relevant variables in the learning process. This represents an innovation in the current academic literature in this field. In this study, neuroscience technology has been used to measure the cognitive processing of stimuli designed for an academic experience in a university master's degree class. The neurotechnologies employed were galvanic skin response (GSR), electroencephalography (EEG) and eye tracking. After the analysis of the brain recordings, based on attention, interest, stress and engagement in an onsite educational context and their comparative analysis with the online monitoring, the results indicated that the levels of emotional intensity of the students who followed the class in person were higher than those who attended online. At the same time, the values of positive brain activity (attention, interest and engagement) were higher in the onsite group, and the negative variable stress was also higher, which could be explained by the fact that the online students did not activate the camera. The brain recordings of students who were distance learning show less interest and attention, as well as less emotional intensity, demonstrating that distance (online) learning is less effective than classroom learning, in terms of brain signals, for a theoretical university master's degree class.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Aprendizaje, enseñanza presencial, enseñanza online, universidad, innovación educativa, neuroeducación.
Learning, classroom teaching, online teaching, university, educational innovation, neuroeducation.



1. Introducción

Innovar en educación significa hacer cambios en el proceso de aprendizaje con el objetivo de mejorar los resultados obtenidos (Horn et al., 2009). Las tecnologías digitales, como parte del proceso de innovación, están cada vez más integradas en la educación, empleándolas como mediadores del proceso de enseñanza y aprendizaje (da-Silva et al., 2023). Hay una tendencia hacia la formación a distancia, que representa la base de la construcción del aprendizaje para la sociedad en el siglo XXI, siendo la pandemia de COVID-19 el punto de inflexión, favoreciendo el uso de metodologías online para lograr una educación a distancia (Sánchez-Mendiola et al., 2020). El análisis no debe centrarse en la ubicación de profesor y estudiante, sino en las interacciones entre ambos, tanto a nivel de cantidad, como de calidad. Conocer los principios del aprendizaje del cerebro contribuye al avance de la innovación educativa, por lo que la neuroeducación favorece al desarrollo de los sistemas educativos (Hillman, 2011). El objeto de esta investigación es determinar, mediante tecnologías de neurociencia, la diferencia de niveles de activación cerebral entre un grupo de alumnos presencial y otro grupo de alumnos que siguen la clase a distancia, de manera síncrona (online), frente a una sesión de clase, teórica, sobre el comportamiento del consumidor, perteneciente a un nivel de estudios de máster. En este caso han sido utilizadas biometrías que permiten monitorizar la intensidad o arousal emocional experimentado (GSR - respuesta galvánica de la piel) y la actividad cerebral (EEG - electroencefalografía), mostrada mediante variables de atención, interés, estrés y conexión emocional (engagement). Este estudio pretende responder, de manera empírica, a aspectos relacionados con la diferencia de eficiencia de la docencia presencial frente a la docencia a distancia (online). Consecuentemente, la investigación tiene como objetivos específicos:

- Analizar los niveles de arousal emocional registrados según el formato de seguimiento (presencial o a distancia-online).
- Analizar los niveles de atención, interés, estrés y engagement de los participantes, según el tipo de seguimiento de la clase.
- Determinar qué modalidad de seguimiento es más efectiva, según datos aportados en los registros de las mediciones biométricas llevadas a cabo.

2. Marco teórico

La innovación puede definirse como la secuencia de fases para idear productos o servicios novedosos que pueden ser adoptados o rediseñados para sus aplicaciones y transformación (Rikkerink et al., 2016), incluso de manera abierta (Ramírez-Montoya & Lugo-Ocando, 2020). Así, la innovación es el resultado de aplicar nuevos procesos (estrategia, metodología, organización, procedimiento, entrenamiento, desarrollo técnico), nuevos servicios (provisión, atención, función, beneficio, acción, dependencia, asistencia), nuevos productos (material, prototipo, fabricación, objeto, tecnología, aplicación, resultado) o nuevos conocimientos (saber, evolución, cognición, talento, modelo, impacto, transformación, patente, sistema).

La aplicación de innovación a educación se denomina investigación educativa, cuyo objetivo es la indagación sistemática de una pregunta de investigación de interés (Horn et al., 2009). Lo que generalmente diferencia dicha investigación de otros tipos de investigación tradicionales es, típicamente, el problema en el que se centra el trabajo. La innovación en servicios, productos, procesos y conocimientos genera el cambio en la educación, donde la innovación muchas veces contribuye a abordar problemas y situaciones derivadas de las prácticas y entregas docentes. En relación con esto, innovar en educación consiste en generar cambios que permitan mejorar los resultados del aprendizaje, a través de mejoras en la formación (Clark et al., 2016). Para lograr esto, la innovación educativa debe adoptarse de manera inclusiva y holística, por lo que estudiantes, proveedores educativos, comunidades, empresas y organizaciones políticas necesitan una integración de los aspectos clave de la innovación en toda su jerarquía de niveles.

Así mismo, es clave entender la propuesta de aplicaciones de la investigación que proponen los académicos (Ramírez-Montoya & Lugo-Ocando, 2020). Una clasificación integral basada en gestión educativa (planificación, organización, administración, gestión y evaluación de recursos), psicopedagogía (enseñanza y aprendizaje), tecnología aplicada a educación (uso y desarrollo, tanto presencial, como a distancia) y gestión sociocultural. Existe un gran interés en la educación en utilizar tecnologías digitales

como mediadoras del proceso de enseñanza y aprendizaje (da-Silva et al., 2023). En el campo de la educación, hay un interés creciente en las tecnologías que apoyan actividades de enseñanza y aprendizaje. Cuando la tecnología moderna se aplica sistemáticamente a un proceso educativo organizado, se puede utilizar en tres dominios, tales como tutor, herramienta de enseñanza y herramienta de aprendizaje. Hoy en día, los educadores están cada vez más familiarizados con herramientas que se pueden utilizar en educación a distancia, juegos educativos y simulaciones; muchos investigadores también prestan más atención a los efectos que la tecnología puede generar (Waxman et al., 2013). Muchos estudios sugieren que el uso de la tecnología podría inspirar efectos positivos entre los estudiantes, tales como mejorar el rendimiento académico, aumentar las capacidades competitivas de los estudiantes, y elevar la motivación de aprendizaje (Clark et al., 2016; Lai & Bower, 2019), por lo que el crecimiento y las tendencias en el campo de la tecnología educativa merecen atención.

Además, la propia definición de tecnología podría dar lugar a numerosas ramificaciones. En algunos estudios recientes, la tecnología educativa se define como herramientas que ayudan a los alumnos a adquirir conocimientos cognitivos, mejorar las habilidades de comunicación y desarrollar habilidades para resolver problemas (Lee et al., 2019). Con base en esta definición, el énfasis recaería en los relacionados con la tecnología informática (Doyle et al., 2019), pues no sólo los instrumentos de aprendizaje están siendo revolucionados por los avances tecnológicos, sino también las pedagogías y las mentalidades de los educadores.

Hay una tendencia hacia la formación a distancia, que representa la base de la construcción del aprendizaje para la sociedad en el siglo XXI, siendo la pandemia de COVID-19 el punto de inflexión, pues se produjo la interrupción de la educación presencial de estudiantes de más de cien países (Sánchez-Mendiola et al., 2020). Esto afectó a la enseñanza programada tradicional y fomentó el uso de metodologías online para poder dar continuidad a una educación forzada a ser a distancia. Existen estudios comparativos entre escenarios virtuales y presenciales, como las preferencias de contenido didáctico de los profesores universitarios en diferentes entornos de enseñanza (Sevimli, 2022), las menores calificaciones en entornos virtuales (Morgan, 2015), la mejora del autoaprendizaje de los estudiantes (Huamán-Romaní et al., 2021), la falta de motivación, de contacto con compañeros o la ausencia de prácticas presenciales y otros aspectos que provocan el desinterés y el aumento de la tasa de abandono de las materias (Chávez-Miyauchi et al., 2021; Serrano-Díaz et al., 2022).

El papel clave e innovador de las TIC y la comunicación es favorecer la interacción entre los propios estudiantes y reducir la distancia profesor-estudiante. Esto implica, antes de iniciar el curso, organizar correctamente el trabajo por parte del profesor, logrando los mismos conocimientos y competencias, independientemente del formato de asistencia por parte de los alumnos. La falta de trato personalizado con el alumno es una de las principales desventajas de la formación a distancia, siendo la videoconferencia, por ejemplo, un sistema adecuado para oír, leer y ver al alumno, y siempre con un compromiso del profesor en responder en un tiempo prudencial. Las interacciones sociales son clave en la construcción del conocimiento (Van Ameringen et al., 2003), sin embargo, aquellos estudiantes con ansiedad social pueden elegir el enfoque a distancia como solución a su trastorno mental.

Para vincular el aprendizaje y el cerebro es necesario llevar a cabo una reestructuración de la práctica pedagógica para que pueda vincularse a los aportes de las neurociencias. La neurociencia permite repensar la educación y qué datos proporciona este campo para que la pedagogía pueda continuar optimizando las explicaciones de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Bueno-i-Torrens & Forés-Miravalles, 2021). El aprendizaje y la memoria son procesos cerebrales íntimamente relacionados que dan lugar a cambios adaptativos en el comportamiento (Morgado-Bernal, 2005). El aprendizaje activo que hace que el alumno, más allá de la simple memorización, se esfuerce en comprender los conceptos y la información con los que responde preguntas del profesor. Ese tipo de aprendizaje, basado en relacionar y contrastar informaciones diversas, hace que el cerebro forme memorias robustas y duraderas (Bernal, 2022). En este sentido, la neuroeducación se perfila como una nueva ciencia que tiene como principal objetivo la sinergia de la pedagogía, la psicología cognitiva y la neurociencia, y con ello, poder acercar a los diferentes agentes educativos los recursos necesarios en cuanto al binomio cerebro-aprendizaje. Las neurociencias están desarrollando investigaciones centradas en las bases neuronales del aprendizaje, la memoria, las

emociones y diferentes funciones del cerebro, cuyos resultados tienen una alta aplicabilidad en el campo del aprendizaje (Bowers, 2016; Howard-Jones, 2014). El desarrollo de la neuroeducación contribuye al avance de la innovación educativa, así como al desarrollo de los sistemas educativos.

Durante las últimas dos décadas, la investigación en neurociencia cognitiva ha proporcionado datos significativos sobre cómo se construye el cerebro y sobre los mecanismos neuronales del aprendizaje. Es importante conocer cómo se forma y aprende el cerebro (Bueno-Torrens & Forés-Miravalles, 2018), pues una de las claves es el cuerpo amigdalino, tradicionalmente asociado al sistema emocional del cerebro e involucrado en el aprendizaje emocional (Torras et al., 2001). La neurociencia educativa es un campo de investigación interdisciplinario que busca traducir los hallazgos de la investigación sobre los mecanismos neuronales del aprendizaje a la práctica y la política educativa. Este campo también es una ciencia básica que estudia cómo la educación cambia el cerebro y cuáles son los mecanismos que conducen al cambio de comportamiento (o las ausencias de los mismos) a través de la educación. La relevancia de la neurobiología para la educación fue reconocida a lo largo del siglo XX, pero no fue hasta la década de 1990 y la «Década del cerebro» que los avances tecnológicos en la obtención de imágenes en vivo de la función cerebral condujeron a los avances teóricos que hicieron viable la neurociencia educativa como campo (Varma et al., 2008).

A pesar de las críticas y el debate en curso sobre los méritos de aplicar el conocimiento de la investigación neurocientífica a los problemas educativos (Bowers, 2016), las conexiones potenciales entre la neurociencia y la educación se están explorando activamente en todo el mundo. Se han utilizado diferentes etiquetas para describir tales esfuerzos, como neuroeducación, neurociencia educativa y mente, cerebro y educación. Sin embargo, trasladar la investigación en neurociencia a la educación es difícil. Este proceso es extenso y comienza con una base de ciencia básica. La complejidad del aprendizaje en el cerebro y el estado del conocimiento científico actual hacen que exista el riesgo de una traslación prematura, antes de que se establezca la base. El riesgo se ve agravado por el deseo legítimo de los formuladores de políticas de usar evidencia científica para informar sus políticas educativas (Bittencourt & Willetts, 2018) y el entusiasmo que los educadores tienen para informar su enseñanza con conocimientos sobre cómo funciona el cerebro. Además, la interacción de las disciplinas de la neurociencia, la psicología y la educación a veces se ha caracterizado por la competencia en lugar de la colaboración, y los investigadores en educación siguen desconfiando de la exageración que rodea a la educación.

La neuroeducación es una nueva disciplina que se encuentra en desarrollo, gracias a los aportes de la neurociencia, la psicología cognitiva y las ciencias de la educación, para generar una mejor comprensión de cómo aprender y cómo esta información puede ser utilizada para crear métodos de enseñanza, planes de estudio y políticas educativas más efectivos (Carew & Magsamen, 2010). A pesar de que la neuroeducación está iniciándose en el campo de la investigación, está suscitando nuevos diálogos críticos entre el profesorado, los responsables de las administraciones educativas, las familias y el ámbito científico.

Entrando en la delimitación conceptual del término, la neuroeducación se clasifica como neurociencia cognitiva aplicada, especialmente si no existen diferencias sustanciales en las orientaciones filosóficas y metodológicas encontradas entre la educación y la neurociencia cognitiva (Campbell, 2011). Es un área de investigación educativa que se basa en los mecanismos de los procesos de información, teorías y métodos de la neurociencia cognitiva aplicada, pero a diferencia de estos, no se limita a estos elementos, pues la neuroeducación tiene a la persona como su objeto principal, y no sólo los mecanismos fisiológicos y biológicos en los que se basan las neurociencias. Considerando el enfoque transdisciplinario de las neurociencias, la neuroeducación puede contribuir a la construcción de nuevos marcos educativos y nuevas metodologías de investigación que sirvan de marco de referencia en el binomio aprendizaje-cerebro, incluyendo el aprendizaje de valores sociales a favor de una conducta prosocial que transite hacia una sociedad inclusiva y sostenible (Villardón-Gallego et al., 2018).

En cuanto a los centros de interés de las neurociencias con respecto a la neuroeducación, la investigación neurocientífica aborda las patologías de las dificultades de aprendizaje (Ferrari, 2011); en consecuencia, el objetivo desde la investigación educativa debe ser comprender el contexto más amplio de aprendizaje y desarrollo personal que complemente los aportes de las neurociencias y evite el etiquetado de estudiantes atípicos que podría conducir a una posible estigmatización. Es esta coyuntura

de mayor colaboración interdisciplinaria entre las neurociencias y la educación lo que ha hecho posible el surgimiento de un nuevo campo disciplinario, como la neuroeducación, que no solo informará sobre los enfoques educativos, sino que también promoverá la comprensión científica de la relación de los procesos neuronales con comportamientos complejos observados en el aula.

3. Metodología

En este estudio se ha empleado tecnología de neurociencia para el registro de la actividad cerebral, con el objetivo de registrar el procesamiento cognitivo en una experiencia académica de una clase de máster (materia Comportamiento del Consumidor - clase teórica), mediante estímulos diseñados para que la sesión sea seguida de manera presencial y de manera síncrona a distancia (sin conexión de cámaras por parte de los alumnos). Es una investigación experimental y los resultados están limitados a las condiciones de la experiencia registrada, no suponiendo una generalización de resultados para cualquier experimento.

El empleo de tecnología de neurociencia permite analizar la eficacia de los estímulos proyectados a los usuarios y la psicología del comportamiento del consumidor (Plassmann et al., 2012), facilitando más información que otros métodos de investigación convencionales, donde el comportamiento o las percepciones de los participantes pueden limitar el estudio.

El seguimiento ocular, la respuesta galvánica de la piel (GSR) y la electroencefalografía (EEG) son las tres técnicas específicas de neurociencia empleadas en este trabajo. La atención visual de los alumnos se capta a partir del movimiento ocular (Duchowski, 2007). La actividad electrodérmica (EDA) se registra a través de la GSR, reflejando cambios en la excitación emocional debido a los estímulos proyectados. Finalmente, la actividad cerebral (en forma de ondas cerebrales) es registrada mediante la EEG (Yadava et al., 2017). La atención de los alumnos es registrada por el eye tracker, comenzando el proceso afectivo y cognitivo (registrado parcialmente mediante la GSR y la EEG). Cuando los sujetos ponen su atención en un estímulo, se registra mediante el sistema de seguimiento ocular e inicia el procesamiento cognitivo y afectivo (registrado la GSR y la EEG) (Ramele et al., 2012). Las variables medidas con estas biometrías se centran en el estrés, atención, interés y conexión emocional (Juarez et al., 2020). El estrés mide qué tan cómodo se siente el individuo con una tarea. El estrés elevado puede resultar de la incapacidad para completar una tarea difícil o temer las consecuencias negativas por no cumplir con los requisitos de la tarea. En general, un nivel de estrés de bajo a moderado puede mejorar la productividad, mientras que un nivel más alto tiende a ser destructivo y puede tener consecuencias a largo plazo para la salud y el bienestar. La atención es una medida de concentración en una tarea específica. Esta variable registra la profundidad de la atención, así como la frecuencia con la que la atención cambia entre tareas. Un alto nivel de cambio de tareas es una indicación de falta de atención y distracción. El interés mide el grado de atracción hacia los estímulos, el entorno o la actividad actual. Las puntuaciones de interés bajas indican una fuerte aversión a la tarea, el interés alto indica una gran afinidad con la tarea, mientras que las puntuaciones de rango medio indican que no le gusta ni le disgusta la actividad. Finalmente, la conexión emocional se experimenta como el estado de alerta y la dirección consciente de la atención hacia los estímulos relevantes para la tarea. Mide el nivel de inmersión en el momento y es una mezcla de atención y concentración y contrasta con el aburrimiento.

La primera tarea es averiguar cómo las bases cerebrales nos predisponen a actuar de una forma u otra en relación con la autonomía y la felicidad, estableciendo una serie de conclusiones sobre cómo influyen las bases cerebrales y cómo contribuyen al aprendizaje. En este contexto, la neuroeducación es una disciplina recién nacida, que facilita el estudio de los usuarios, sus percepciones y la experiencia global (Bercik et al., 2016). La neuroeducación, por tanto, permite registrar la existencia de una posible conexión emocional positiva entre los alumnos y las clases que se reciben, permitiendo determinar de una manera científica los niveles de atención y emoción que se generan al prestar atención a las clases impartidas, haciendo una clara distinción entre online y presencial.

Existen estudios sobre el uso de la tecnología EEG portátil (PEEGT) en la investigación educativa (Xu & Zhong, 2018), habiendo sido utilizada principalmente para evaluar la atención y la meditación de los participantes. Los resultados indican que PEGT se ha utilizado principalmente en siete temas de investigación: contexto de lectura, patrones de presentación de materiales de aprendizaje, comportamiento

interactivo, entretenimiento educativo, aprendizaje electrónico, adquisición de habilidades motoras y promoción del rendimiento del aprendizaje con PEEGT.

Aunque el análisis de ondas cerebrales ahora está bastante avanzado en una variedad de contextos académicos y profesionales, como la atención médica, pocos estudios han puesto el análisis de ondas cerebrales en el entorno del aula. En el pasado, los experimentos con ondas cerebrales requerían mucha preparación, y también requerían el uso de gel para fijar electrodos en la cabeza del sujeto experimental. Por estas razones, fue un desafío administrar experimentos de ondas cerebrales en el aula. Sin embargo, con los avances tecnológicos, los equipos de EEG se están volviendo cada vez más portátiles y en miniatura, por lo que ahora es posible obtener datos de ondas cerebrales precisos con solo una preparación simple.

Con respecto a la tecnología de EEG portátil (PEEGT), la mayoría ofrece una solución de monitoreo de EEG inalámbrica, ergonómica, de bajo costo y sin dolor para investigadores y usuarios diarios que estén interesados en monitorear los correlatos neuronales asociados con varios comportamientos y procesos mentales. Hoy en día, hay indicios de que a más y más investigadores les gusta usar PEEGT como herramienta de investigación en su investigación educativa, lo que parece que PEEGT es una herramienta relevante para mejorar la investigación educativa. Sin embargo, esta afirmación necesita ser sustentada aún más a través de la aplicación de experiencias y, sobre todo, a través de la evidencia empírica.

Wang y Hsu (2014) emplearon el equipo PEEGT Neurosky Mindset para medir los niveles de atención de los alumnos durante el aprendizaje de instrucción basado en computadora, en el que los participantes completaron tres lecciones de niveles fácil, medio y difícil. Ghergulescu y Hava-Muntean (2016) empleó el neuroheadset Emotiv EPOC para medir la participación de los estudiantes durante el aprendizaje electrónico basado en juegos. Otro trabajo (Lin & Hsieh, 2016) también empleó el auricular NeuroSky MindWave para reconocer los niveles de atención de los estudiantes durante el aprendizaje electrónico. La mayoría de los trabajos publicados utilizaron PEEGT para evaluar la atención (y la meditación) de los participantes, siendo unos pocos estudios los que lo utilizaron para detectar la motivación de los participantes (y compromiso) y emociones.

La mayoría de los experimentos de EEG (Wang & Hsu, 2014) duraron menos de 60 minutos, los tamaños de muestra de los experimentos de EEG eran pequeños, el grupo de investigación más grande eran estudiantes universitarios y los dispositivos de EEG portátiles utilizados en la investigación educativa fueron desarrollados principalmente por NeuroSky Inc. y Emotiv Inc.

Es importante conocer la relación entre los datos del EEG y los diferentes aspectos cognitivos, así como las implicaciones pedagógicas subrayadas en estos aspectos cognitivos:

Atención y meditación: La atención es el proceso conductual y cognitivo de concentrarse selectivamente en un aspecto discreto de la información, ya sea que se considere subjetivo u objetivo, mientras se ignora otra información perceptible (Talmi et al., 2008). A diferencia de la atención, la meditación es un enfoque de atención intencional y autorregulado para relajar y calmar la mente (Anand et al., 2014). La meditación no representa el estado físico de un individuo sino su estado mental, y se refiere a una reducción de los procesos mentales activos del cerebro. Es decir, los valores más altos de relajación indican que un individuo está más relajado y menos estresado. PEEGT detecta las ondas cerebrales humanas de acuerdo con las características seleccionadas de las ondas α , β , δ y θ . La variación de la onda β en la EEG está fuertemente correlacionada con la atención, y la onda α está fuertemente correlacionada con la meditación. Los niveles más altos de meditación pueden aumentar la capacidad de los estudiantes para prestar atención y, como resultado, pueden ayudarlos a absorber y retener mejor la información de aprendizaje. Si los niveles de atención y meditación son altos, los alumnos estarán en el estado óptimo para aprender.

Motivación y compromiso: La motivación del alumno es uno de los principales aspectos que deben abordarse para un proceso de aprendizaje exitoso. En consecuencia, la evaluación y la medición de la motivación del alumno han atraído un gran interés de investigación en el área del e-learning en general y en el aprendizaje basado en juegos en particular. Hay estudios que demuestran que el compromiso es un indicador principal de motivación (Saeed & Zyngier, 2012), y otros estudios han confirmado que el índice $\beta/(\alpha + \theta)$ obtenido de los datos de EEG reflejan mejor el compromiso (Prinzel et al., 2009).

Emoción (frustración y entusiasmo): De acuerdo con la teoría de ampliar y construir, las emociones positivas amplían el alcance de la atención, la cognición y la acción, y estas luego amplían la gama de percepciones, pensamientos y acciones existentes en la mente en ese momento. Isen y Reeve (2005) encontraron evidencia de que los estudiantes con emociones más positivas mejoraron la recuperación de la memoria y, por lo tanto, podían recordar cosas más fácilmente. Además, se ha reconocido que el aprendizaje con emociones positivas mejora la motivación de aprendizaje, la capacidad de resolución de problemas y la capacidad cognitiva conductual más que cuando se aprende con emociones negativas.

En la actualidad, solo el neuroheadset Emotiv EPOC proporciona un kit de desarrollo estándar (SDK) que puede extraer intensidades de frustración y emoción de las señales cerebrales en tiempo real. El estado emocional está representado por los valores de frustración y excitación obtenidos del SDK.

3.1. Muestra de población

La muestra seleccionada en el estudio está formada por estudiantes de máster, con edades comprendidas entre 22 y 25 años interesados en la temática impartida (Comportamiento del Consumidor), quienes se ofrecieron de manera voluntaria a participar y firmando un consentimiento informado. En total fueron 20 estudiantes (50% hombres, 50% mujeres) los monitorizados (habiendo más compañeros no monitorizados), siendo un tamaño de la muestra adecuado para un estudio de neuroeducación (Cuesta-Cambra et al., 2017). El trabajo de campo se llevó a cabo entre marzo y abril de 2022 y la ubicación del estudio fue en la ciudad de Valencia (España).

3.2. Recogida y análisis de datos

La fase de investigación con los estímulos expuestos se realizó utilizando los modelos de seguimiento ocular «Pupil Core» (del fabricante Pupil Labs, con una frecuencia de muestreo de 200 Hz) para el seguimiento presencial y «Gazepoint» (del fabricante Gazepoint, con una frecuencia de muestreo de 60 Hz). Para la recolección y análisis de datos se utilizó el software Pupil Capture, v.1.23 (alumnos seguimiento presencial) y el software Gazepoint Analysis UX Edition v.5.3.0 (alumnos seguimiento a distancia). Para registrar la actividad electrodérmica se utilizó el modelo Shimmer3 GSR+ en ambos modelos de seguimiento, utilizando el software ConsensusPRO, v.1.6 para la recolección de datos. Este registro permite conocer el arousal emocional que sintieron los participantes a lo largo de la clase.

Finalmente, para el registro de la actividad cerebral se empleó el equipo portátil de electroencefalografía EPOC+ del fabricante Emotiv, con 14 canales y electrodos con base salina. Para la recolección de datos se empleó el software EmotivPRO v.2.0. Esta tecnología se emplea para interpretar las emociones más relevantes sentidas, gracias a la información recopilada de la actividad cerebral. Las activaciones cerebrales que se analizaron fueron atención, interés, estrés y engagement, siendo el engagement la capacidad de una marca, producto, servicio o estímulo, de crear un lazo duradero entre ambas partes (Van Doorn et al., 2010). El análisis estadístico de los datos se realizó con el software R, v.3.6.3. Se definieron elementos comunes (estímulos) para todos los consumidores (voluntarios). Las variables independientes fueron la edad y el sexo de los participantes, con un perfil sociocultural similar y determinado por el perfil principal del programa máster. Las variables dependientes fueron el nivel de intensidad emocional y los niveles de atención, interés, estrés y engagement, en respuesta a los estímulos observados. Para la realización de este estudio se llevó a cabo un experimento con un enfoque biométrico. El objetivo es conocer las percepciones subconscientes de los estudiantes al momento de observar las clases, tanto en su formato presencial, como a distancia. Había 20 alumnos por sesión, pero monitorizados sólo los voluntarios (un total de 4 por sesión). El estudio se realizó en 5 días, con 4 participantes diferentes, repitiendo la misma sesión, en horario de viernes tarde, a las 16:00, siendo primera hora de clase. Los alumnos podían participar, sobre un conjunto de conceptos cerrados. La tecnología fue instalada y calibrada por expertos en neurociencia, obteniendo valores dentro de tolerancia. El 50% de ellos siguieron la clase de manera presencial y el otro 50% a distancia, de manera síncrona. La duración total de la clase fue de 45 minutos, durante los cuales se registró la actividad cerebral de los alumnos con las tecnologías de Eye Tracking, GSR y EEG. Durante el proceso de calibración y debido a que son tecnologías inalámbricas y casi imperceptibles, los alumnos y docente no perciben las mismas.

4. Análisis y resultados

Con el objeto de registrar y analizar la activación emocional de los estudiantes a lo largo de los 45 minutos, dividimos los datos en tres rangos:

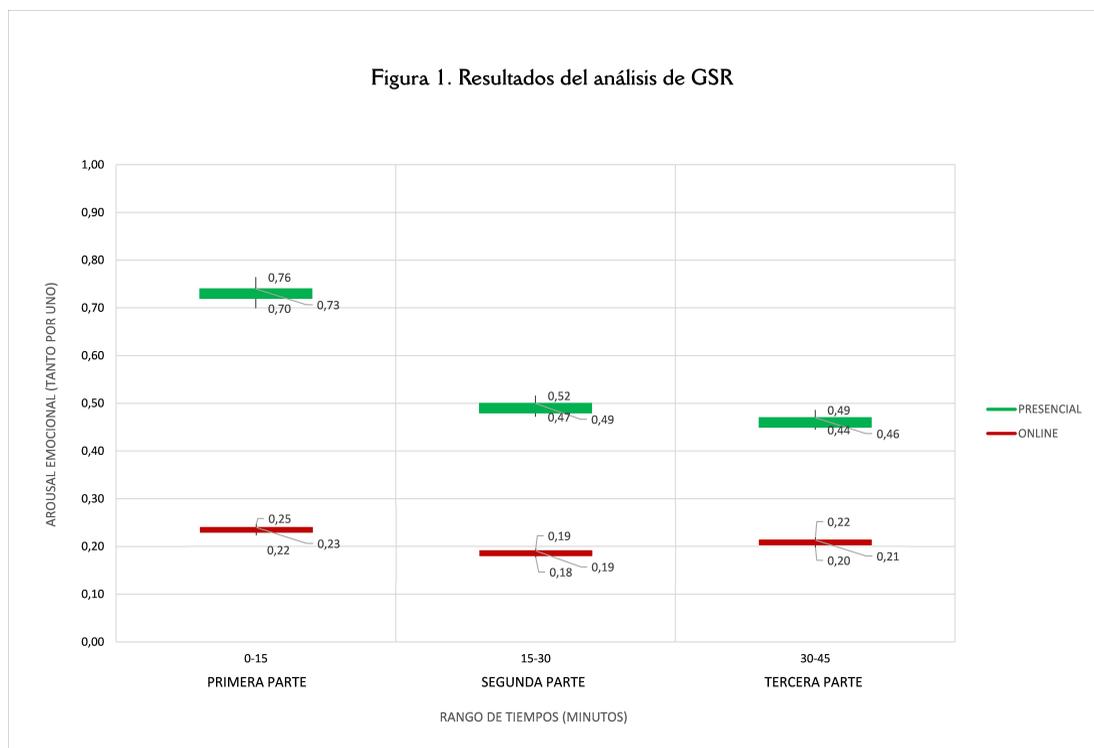
- Primera parte: 0-15 minutos.
- Segunda parte: 15-30 minutos.
- Tercera parte: 30-45 minutos.

La Tabla 1 muestra un resumen de los datos promedio recopilados para los 2 grupos (presencial y a distancia u online). Los valores registrados se muestran en tanto por uno, siendo 0 un valor nulo y 1 el valor máximo alcanzable para cada variable medida. El promedio de la experiencia hace referencia al promedio de los valores promedio de las tres franjas de tiempo (las 3 partes).

Parte de la clase (minutos)	Presencial			Promedio experiencia	A distancia/Online			Promedio experiencia
	0-15	15-30	30-45		0-15	15-30	30-45	
Emoción registrada (promedio – tanto por uno)								
Promedio Intensidad Emocional	0,73	0,49	0,46	0,56	0,23	0,19	0,21	0,21
Promedio Atención	0,41	0,44	0,46	0,44	0,42	0,42	0,46	0,43
Promedio Interés	0,74	0,59	0,63	0,65	0,56	0,62	0,66	0,61
Promedio Estrés	0,45	0,50	0,52	0,49	0,36	0,43	0,47	0,42
Promedio Engagement	0,74	0,59	0,63	0,65	0,56	0,62	0,66	0,61

4.1. Análisis de la intensidad emocional – GSR

En la siguiente figura (Figura 1), se aprecia en cada parte el nivel emocional promedio, para los formatos presencial y online, medido a través de la respuesta galvánica de la piel (GSR).



Los niveles de intensidad emocional de los alumnos que siguieron la clase de forma presencial son más elevados que aquellos que asistieron de forma online/a distancia. El nivel de arousal emocional del grupo presencial alcanzó los siguientes valores:

- Primera parte (minutos 0-15): 0,73 (73%).
- Segunda parte (minutos 15-30): 0,49 (49%).

- Tercera parte (minutos 30-45): 0,46 (46%).

En promedio, en la totalidad de la clase, los alumnos presenciales presentaron un 56% de intensidad emocional. Por otra parte, los alumnos online alcanzaron los siguientes niveles de arousal emocional a lo largo de las 3 partes de la clase:

- Primera parte: 0,23 (23%).
- Segunda parte: 0,19 (19%).
- Tercera parte: 0,21 (21%).

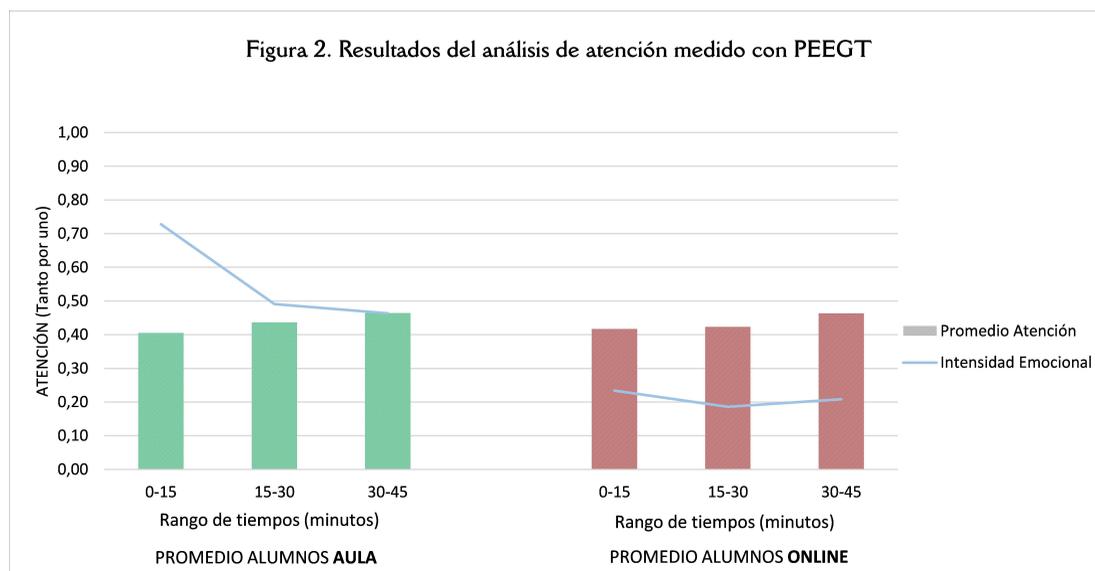
En promedio, en la totalidad de la clase, los alumnos online presentaron un 21% de intensidad emocional.

Cabe destacar que los valores de intensidad emocional son mayores en el grupo presencial durante el primer tercio de la clase, bajando conforme avanza la clase. Sin embargo, en el grupo online los valores son menores y más estables.

4.2. Análisis de la actividad cerebral - EEG (electroencefalografía)

Analizamos y comparamos los niveles de atención, interés, estrés y engagement (conexión emocional), acompañados del nivel de intensidad emocional, diferenciando entre el grupo que siguió las clases en formato presencial y a distancia/online.

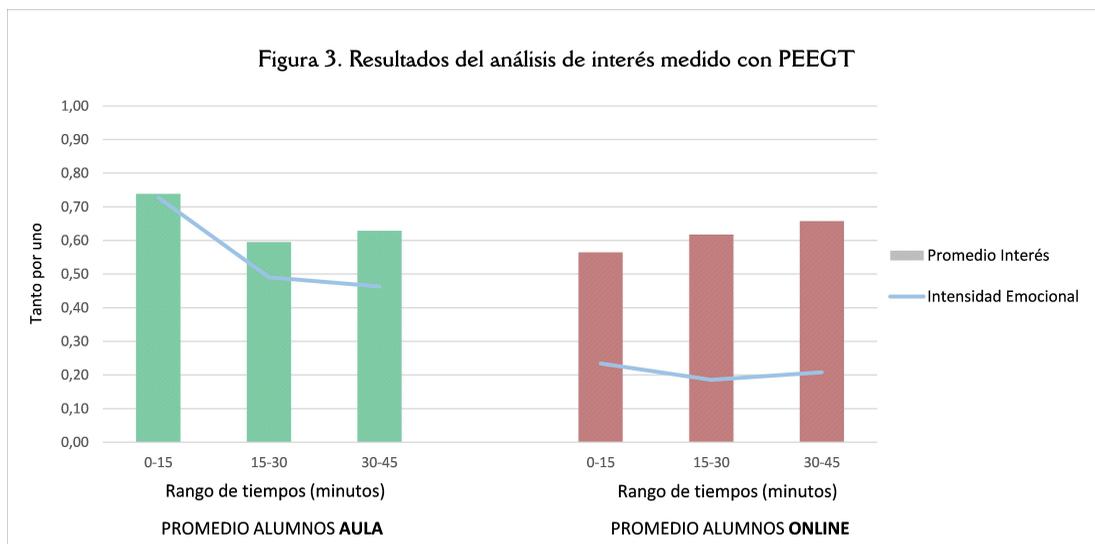
En la Figura 2 se muestra, para cada parte, el nivel de intensidad emocional promedio y el nivel promedio de atención, para los formatos presencial y a distancia/online, medido a través de la electroencefalografía portátil (PEEGT).



Se puede observar que los niveles de atención son similares, aunque ligeramente más elevados para los alumnos que asisten de manera online a la clase en la primera parte (minutos 0-15). Después, los niveles de atención aumentan para los alumnos presenciales y se mantiene en el grupo online (parte 2), finalizando con una igualdad de niveles en la parte 3 de la exposición. En el conjunto de la experiencia, los alumnos presenciales alcanzan un nivel promedio de atención igual al 44%, mientras que los asistentes online alcanzaron un 43% (en la figura se muestran los resultados en tanto por uno). Hay una diferencia mínima del 1% en nivel de atención en la escala porcentual en la que se registran los valores.

El nivel de atención de los alumnos online es más constante que el del grupo presencial, mientras que los alumnos presenciales inician la primera parte en un nivel menor de atención, pero finalizan con un nivel mayor en la tercera parte.

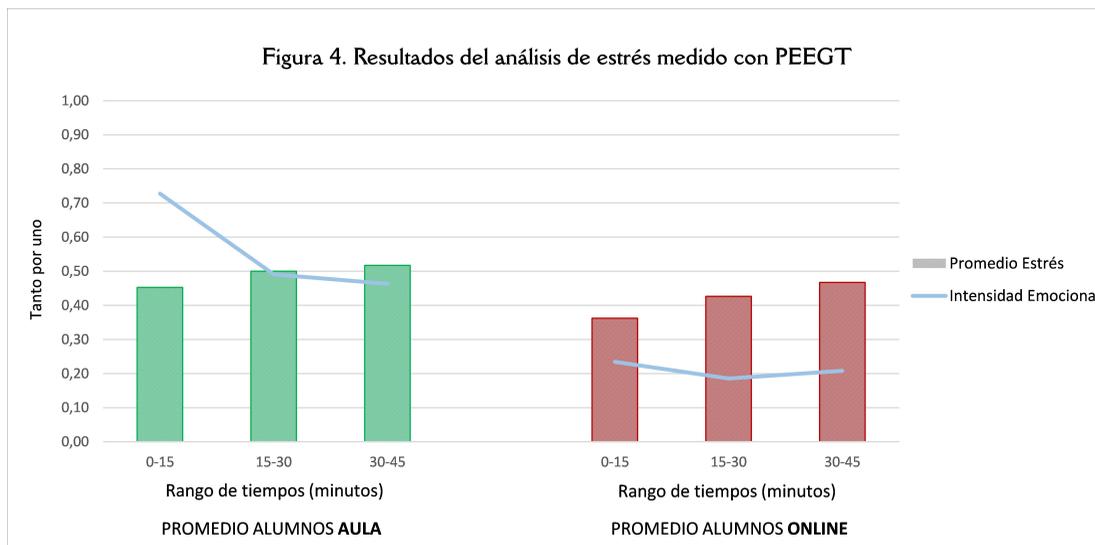
En la Figura 3 se muestra, para cada parte, el nivel de intensidad emocional promedio y el nivel promedio de interés, para los formatos presencial y a distancia/online, medido a través de la electroencefalografía portátil (PEEGT).



Los niveles de interés son mayores, en términos generales, para el grupo de asistencia presencial, con valores promedio del 65%, frente al 61% del grupo a distancia. En la primera parte (primeros 15 minutos de la clase), los niveles de interés son más elevados para los alumnos que asisten de manera presencial. Después, desciende el nivel de interés para el grupo presencial y aumenta para el grupo online, finalizando con un incremento de interés para el grupo online, por encima del grupo presencial (parte 3).

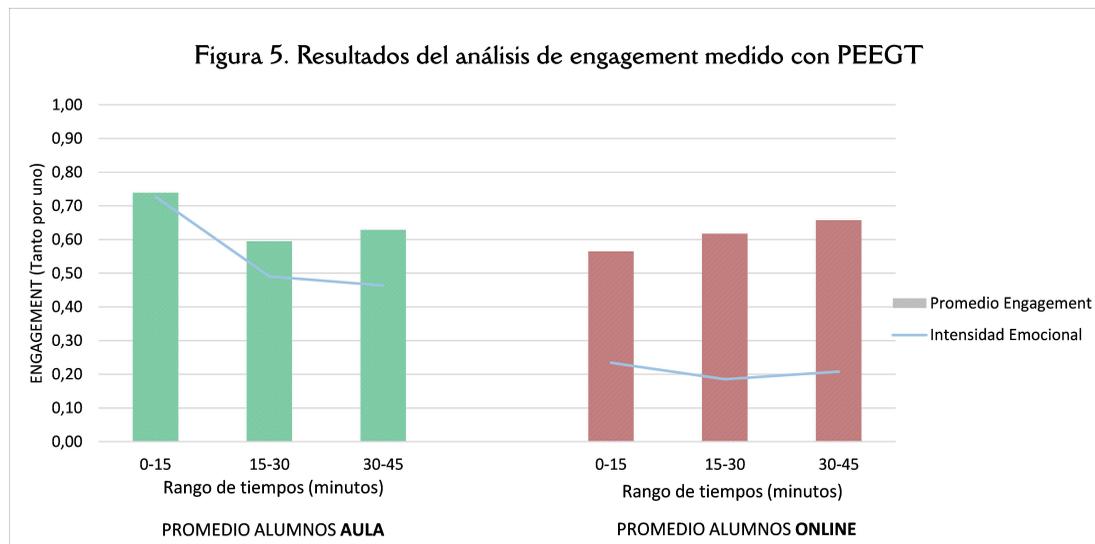
Los alumnos online son más constantes en su nivel de atención y crece conforme avanza la clase, mientras que los presenciales comienzan con un nivel de interés superior en la primera parte de la clase y baja conforme se desarrolla la clase, cambiando ligeramente la tendencia en la tercera parte.

En la Figura 4 se muestra, para cada parte, el nivel de intensidad emocional promedio y el nivel promedio de estrés, para los formatos presencial y a distancia/online, medido a través de la electroencefalografía portátil (PEEGT).



Los niveles de estrés son mayores, en términos generales, para el grupo de asistencia presencial, con valores promedio del 49%, frente al 42% del grupo a distancia. En las 3 partes de la clase los niveles de estrés son más elevados para los alumnos que asisten de manera presencial. En ambos grupos el nivel de estrés crece conforme avanza la clase, siempre con valores menores para los alumnos online (destacar que no conectan la cámara). En la Figura 5 se muestra, para cada parte, el nivel de intensidad emocional

promedio y el nivel promedio de engagement, para los formatos presencial y a distancia/online, medido a través de la electroencefalografía portátil (PEEGT).



Los niveles de engagement son mayores, en términos generales, para el grupo de asistencia presencial, con valores promedio del 65%, frente al 61% del grupo a distancia. La primera parte de la clase genera mayor nivel de engagement para los alumnos presenciales, bajando en la segunda parte y cambiando ligeramente la tendencia en la tercera parte. Sin embargo, el nivel de engagement tiene una tendencia creciente para los alumnos a distancia/online, finalizando la tercera parte de la clase por encima de los alumnos presenciales.

5. Discusión y conclusiones

La globalización actual obliga a los centros educativos a adaptarse, en un contexto de enseñanza en constante evolución, donde hay que diseñar continuamente nuevas formas de aprendizaje. La formación a distancia facilita la accesibilidad, independientemente de la ubicación del alumno y del profesor. No obstante, la calidad y cantidad de interacciones entre profesor y alumno es la clave, dejando en un plano secundario la ubicación de ambos (Hillman, 2011). El resultado final debe ser el mismo, tanto para alumnos presenciales, como para alumnos online (conocimientos y competencias). La innovación educativa se ve favorecida con la integración de tecnologías digitales, donde los diseños convergen al trabajar con métodos mixtos, de manera holística y mejorando el enfoque de los investigadores (Klingner & Boardman, 2011).

En un estudio realizado con estudiantes presenciales y online (Price et al., 2007), se compararon las experiencias de aquellos que tomaron el mismo curso mediante el aprendizaje a distancia, cuando el apoyo tutorial se brindó de manera convencional (usando sesiones presenciales limitadas con algún contacto por teléfono y correo electrónico) o en línea (usando una combinación de conferencias mediadas por computadora y correo electrónico). Los estudiantes que recibieron enseñanza en línea reportaron peores experiencias que aquellos que recibieron enseñanza presencial. Para los alumnos online, la tutoría era vista no solo como una actividad académica sino también como una actividad pastoral muy valorada. Para que la enseñanza en línea sea exitosa, tanto los tutores como los estudiantes necesitan capacitación sobre cómo comunicarse en línea en ausencia de señales paralingüísticas. Los ejemplos utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje tienen un papel crucial en el fomento de la comprensión conceptual, y algunas variables pueden afectar el uso de ejemplos calificados por parte de los instructores (Sevimli, 2022).

La neurociencia educativa busca traducir los hallazgos de la investigación sobre los mecanismos neuronales del aprendizaje a la práctica y política educativa y comprender los efectos de la educación en el cerebro (Thomas et al., 2019). La neurociencia y la educación pueden interactuar directamente,

en virtud de considerar al cerebro como un órgano biológico que necesita estar en óptimas condiciones para aprender ('brain health'); o indirectamente, ya que la neurociencia da forma a la teoría psicológica y la psicología influye en la educación.

El objetivo principal de este trabajo ha sido demostrar que el aprendizaje a distancia (enseñanza online) es menos efectivo, a efectos de señales cerebrales, que la enseñanza en el aula, para una clase teórica destinada a estudiantes universitarios de nivel máster. Los resultados del experimento llevado a cabo en este trabajo indican que los niveles de intensidad emocional de los alumnos que siguieron la clase de forma presencial son más elevados que aquellos que asistieron de forma online/a distancia, pudiendo justificarse por la presencia del profesor, compañeros y participación. No obstante, es más estable el nivel de intensidad emocional vivido por parte del grupo que siguió la clase a distancia, cuya justificación pueda deberse a la ausencia de control visual, tanto del docente como de los compañeros, al no conectar la cámara.

En cuanto al registro de actividad cerebral por parte de los estudiantes, registrado mediante biometría portátil de electroencefalografía (PEEG), los valores son superiores en el grupo de asistencia presencial, en términos generales. Tres de las cuatro variables registradas son positivas, teniendo mayores valores en la formación presencial (atención, interés y engagement). Esto puede deberse a una actitud diferente y más motivacional por el hecho de estar en el aula. Sin embargo, la cuarta variable, estrés, también es superior en el grupo presencial, pudiendo justificarse debido a que los alumnos conectados online no activaban la cámara. Las sensaciones percibidas por el alumnado dan a entender que las clases son más productivas de manera presencial. Las sensaciones y emociones provocadas en los alumnos que asisten a distancia muestran que poseen menos interés y prestan menos atención, así como su intensidad emocional es más baja.

Finalmente, respecto a futuras líneas de investigación empleando neurotecnologías en el aula, es muy interesante analizar cómo las diferentes metodologías didácticas (dinámicas de grupo, docencia inversa, etc.) acercan o alejan los niveles de activación cerebral entre grupos presenciales y online, permitiendo una base de propuesta de acciones para potenciar y mejorar los resultados de los grupos que siguen la docencia a distancia. Igualmente, complementar las técnicas empleadas con el uso de encuestas cuantitativas enfocadas al registro de percepciones y posibles mejoras para cada metodología propuesta.

Contribución de Autores

Idea, D.J.V., I.B.G.; Revisión de literatura (estado del arte), D.J.V., I.B.G., B.B.G.; Metodología, D.J.V., B.B.G.; Análisis de datos, D.J.V., I.B.G., B.B.G.; Resultados, D.J.V., I.B.G., B.B.G.; Discusión y conclusiones, D.J.V.; Redacción (borrador original), D.J.V., I.B.G.; Revisiones finales, D.J.V., B.B.G.; Diseño del Proyecto y patrocinios, D.J.V., B.B.G.

Referencias

- Anand, K., Ruchika, K., Ram, S.K., Iqbal, A., & Puneet, V. (2014). Alternative healing therapies in today's era. *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*, 5(3), 394-396. <https://doi.org/10.7897/2277-4343.05381>
- Bercík, J., Horská, E., Gálová, J., & Margianti, E.S. (2016). Consumer neuroscience in practice: The impact of store atmosphere on consumer behavior. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 24(2), 96-101. <https://doi.org/10.3311/PPso.8715>
- Bernal, I.M. (2022). El examen oral como promotor del aprendizaje activo. *Revista Científica Estudios e Investigaciones*, 11(1), 130-134. <https://doi.org/10.26885/rcei.11.1.130>
- Bittencourt, T., & Willetts, A. (2018). Negotiating the tensions: A critical study of international schools' mission statements. *Globalisation, Societies and Education*, 16, 515-525. <https://doi.org/10.1080/14767724.2018.1512047>
- Bowers, J.S. (2016). The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychological Review*, 123(5), 600-600. <https://doi.org/10.1037/rev0000025>
- Bueno-I-Torrens, D., & Forés-Miravalles, A. (2018). 5 principles of neuroeducation that families should know to put in practice. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(1), 13-25. <https://doi.org/10.35362/rie7813255>
- Bueno-I-Torrens, D., & Forés-Miravalles, A. (2021). Neuroscience applied to education: How the brain learns and what consequences this has. *Llengua Societat I Comunicació*, 19, 37-45. <https://doi.org/10.1344/LSC-2021.19.5>
- Campbell, S.R. (2011). Educational Neuroscience: Motivations, methodology, and implications. *Educational Philosophy and Theory*, 43, 7-16. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2010.00701.x>
- Carew, T.J., & Magsamen, S.H. (2010). Neuroscience and education: An ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide 21st century learning. *Neuron*, 67(5), 685-688. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.08.028>
- Chávez-Miyauchi, T.E., Benitez-Rico, A., Alcántara-Flores, M., Vergara-Castañeda, A., & Ogando-Justo, A.B. (2021). Personal motivation and learning self-management in students, as result of the transition to online courses during COVID-19 pandemic.

- Carew, T.J., & Magsamen, S.H. (2010). Neuroscience and education: An ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide 21st century learning. *Neuron*, 67(5), 685-688. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.08.028>
- Chávez-Miyachi, T.E., Benítez-Rico, A., Alcántara-Flores, M., Vergara-Castañeda, A., & Ogando-Justo, A.B. (2021). Personal motivation and learning self-management in students, as result of the transition to online courses during COVID-19 pandemic. *Nova scientia*, 13. <https://doi.org/10.21640/ns.v13ie.2739>
- Clark, D.B., Tanner-Smith, E.E., & Killingsworth, S.S. (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 79-122. <https://doi.org/10.3102/0034654315582065>
- Cuesta-Cambra, U., Niño-González, J., & Rodríguez-Terceño, J. (2017). The cognitive processing of an educational app with EEG and 'Eye Tracking'. [El procesamiento cognitivo en una app educativa con electroencefalograma y «Eye Tracking»]. *Comunicar*, 52, 41-50. <https://doi.org/10.3916/C52-2017-04>
- Da-Silva, F.L., Slodkowski, B.K., Silva, K.K.A.D., & Cazella, S.C. (2023). A systematic literature review on educational recommender systems for teaching and learning: Research trends, limitations and opportunities. *Education and Information Technologies*, 28, 3289-3328. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11341-9>
- Doyle, A., Seery, N., Canty, D., & Buckley, J. (2019). Agendas, influences, and capability: Perspectives on practice in design and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(1), 143-159. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9433-0>
- Duchowski, A.T. (2007). Eye tracking techniques. *Eye tracking methodology*, (pp. 51-59). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57883-5>
- Ferrari, M. (2011). What can neuroscience bring to education? *Educational Philosophy and Theory*, 43, 31-36. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2010.00704.x>
- Ghergulescu, I., & Hava-Muntean, C. (2016). ToTCompute: A novel EEG-based TimeOnTask threshold computation mechanism for engagement modelling and monitoring. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(3), 821-854. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0111-2>
- Hillman, T. (2011). The inscription, translation and re-inscription of technology for mathematical learning. *Technology, Knowledge and Learning*, 16, 103-124. <https://doi.org/10.1007/s10758-011-9182-1>
- Horn, C., Snyder, B.P., Coverdale, J.H., Louie, A.K., & Roberts, L.W. (2009). Educational Research Questions and Study Design. *Academic Psychiatry*, 33, 261-267. <https://doi.org/10.1176/appi.ap.33.3.261>
- Howard-Jones, P.A. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15, 817-824. <https://doi.org/10.1038/nrn3817>
- Huamán-Romaní, Y.L., Estrada-Pantía, J.L., Olivares-Rivera, O., Rodas-Guizado, E., & Fuentes-Bernedo, F.E. (2021). Use of technological equipment for e-learning in Peruvian university students in times of Covid-19. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(20), 119-133. <https://doi.org/0.3991/ijet.v16i20.24661>
- Isen, A.M., & Reeve, J. (2005). The influence of positive affect on intrinsic and extrinsic motivation: Facilitating enjoyment of play, responsible work behavior, and self-control. *Motivation and Emotion*, 29(4), 295-323. <https://doi.org/10.1007/s11031-006-9019-8>
- Juarez, D., Tur-Viñes, V., & Mengual, A. (2020). Neuromarketing Applied to Educational Toy Packaging. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02077>
- Klingner, J.K., & Boardman, A.G. (2011). Addressing the "research gap" in special education through mixed methods. *Learning Disability Quarterly*, 34(3), 208-218. <https://doi.org/10.1177/0731948711417559>
- Lai, J.W.M., & Bower, M. (2019). How is the use of technology in education evaluated? A systematic review. *Computers & Education*, 133, 27-42. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.010>
- Lee, C., Yeung, A.S., & Cheung, K.W. (2019). Learner perceptions versus technology usage: A study of adolescent English learners in Hong Kong secondary schools. *Computers & Education*, 133, 13-26. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.005>
- Lin, J.S., & Hsieh, C.H. (2016). A wireless BCI-controlled integration system in smart living space for patients. *Wireless Personal Communications*, 88(2), 395-412. <https://doi.org/10.1007/s11277-015-3129-0>
- Morgado-Bernal, I. (2005). The psychobiology of learning and memory fundamentals and recent advances. *Revista De Neurologia*, 40(5), 289-297. <https://doi.org/10.33588/rn.4005.2005004>
- Morgan, J. (2015). Online Versus face-to-face accounting education: A comparison of CPA exam outcomes across matched institutions. *Journal of Education for Business*, 90(8), 420-426. <https://doi.org/10.1080/08832323.2015.1087371>
- Plassmann, H., Zoëga-Ramsøy, T., & Milosavljevic, M. (2012). Branding the brain: A critical review and outlook. *Journal of Consumer Psychology*, 22(1), 18-36. <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2011.11.010>
- Price, L., Richardson, J.T.E., & Jelfs, A. (2007). Face-to-face versus online tutoring support in distance education. *Studies in Higher Education*, 32(1), 1-20. <https://doi.org/10.1080/03075070601004366>
- Prinzel, L.J., Freeman, F.G., Scerbo, M.W., Mikulka, P.J., & Pope, A.T. (2009). A closed-loop system for examining psychophysiological measures for adaptive task allocation. *The International journal of aviation psychology*, 10(4), 393-410. https://doi.org/10.1207/S15327108IJA1004_6
- Ramele, R., Villar, A.J., & Santos, J.M. (2012). *EPOC Emotiv EEG Basics*. <https://bit.ly/3FrQKPH>
- Ramírez-Montoya, M., & Lugo-Ocando, J. (2020). Systematic review of mixed methods in the framework of educational innovation. [Revisión sistemática de métodos mixtos en el marco de la innovación educativa]. *Comunicar*, 65, 9-20. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-01>
- Rikkerink, M., Verbeeten, H., Simons, R.S., & Ritzen, H. (2016). A new model of educational innovation: Exploring the nexus of organizational learning, distributed leadership, and digital technologies. *Journal of Educational Change*, 17, 223-249. <https://doi.org/10.1007/s10833-015-9253-5>

- Saeed, S., & Zyngier, D. (2012). How motivation influences student engagement: A qualitative case study. *Journal of Education and Learning, 1*(2), 252-267. <https://doi.org/10.5539/jel.v1n2p252>
- Sánchez-Mendiola, M., Martínez-Hernández, A.M.P., Torres-Carrasco, Agüero-Servín, M.M., Hernández-Romo, A.K., Benavides-Lara, M.A., Rendón-Cazales, V.J., & Vergara, C.A. (2020). Retos educativos durante la pandemia de COVID-19: Una encuesta a profesores de la UNAM. *Revista digital universitaria, 21*(3), 1-24. <https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2020.v21n3.a12>
- Serrano-Díaz, N., Aragón-Mendizábal, E., & Mérida-Serrano, R. (2022). Families' perception of children's academic performance during the COVID-19 lockdown. [Percepción de las familias sobre el desempeño escolar durante el confinamiento por COVID-19]. *Comunicar, 70*, 59-68. <https://doi.org/10.3916/C70-2022-05>
- Sevimli, E. (2022). Evaluation of the didactic transposition process in teaching integral: Face-to-Face versus online education. *International Journal for Technology in Mathematics Education, 29*(1), 37-48. https://doi.org/10.1564/tme_v29.1.04
- Talmi, D., Anderson, A., Riggs, L., Caplan, J.B., & Moscovitch, M. (2008). Immediate memory consequences of the effect of emotion on attention to pictures. *Learning & Memory, 15*(3), 172-182. <https://doi.org/10.1101/lm.722908>
- Thomas, M.S.C., Ansari, D., & Knowland, V.C.P. (2019). Annual Research Review: Educational neuroscience: progress and prospects. *Review]. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 60*(4), 477-492. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12973>
- Torras, M., Portell, I., & Morgado-Bernal, I. (2001). The amygdaloid body: Functional implications. *Revista de Neurologia, 33*(5), 471-476. <https://doi.org/10.33588/rn.3305.2001125>
- Van-Ameringen, M., Mancini, C., & Favorliden, P. (2003). The impact of anxiety disorders on educational achievement. *Journal of Anxiety disorders, 17*(5), 228-229. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(02\)00228-1](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(02)00228-1)
- Van-Doorn, J., Lemon, K.N., Mittal, V., Nass, S., Pick, D., Pirner, P., & Verhoef, P.C. (2010). Customer engagement behavior: Theoretical foundations and research directions. *Journal of Service Research, 13*(3), 253-266. <https://doi.org/10.1177/1094670510375599>
- Varma, S., Mccandliss, B.D., & Schwartz, D.L. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher, 37*(3), 140-152. <https://doi.org/10.3102/0013189X08317687>
- Villardón-Gallego, L., García-Carrión, R., Tánéz-Marquina, & Estévez, A. (2018). Impact of the interactive learning environments in children's prosocial behavior. *Sustainability, 10*(7). <https://doi.org/10.3390/su10072138>
- Wang, C.C., & Hsu, M.C. (2014). An exploratory study using inexpensive electroencephalography (EEG) to understand flow experience in computer-based instruction. *Information & Management, 51*(7), 912-923. <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.05.010>
- Waxman, H.C., Wirt-Boriack, A., Lee, Y.H., & Macneil, A. (2013). Principals' perceptions of the importance of technology in schools. *Contemporary Educational Technology, 4*(3), 187-196. <https://doi.org/10.30935/cedtech/6102>
- Xu, J., & Zhong, B. (2018). Review on portable EEG technology in educational research. *Computers in Human Behavior, 81*, 340-349. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.037>
- Yadava, M., Kumar, P., Saini, R., Pratim-Roy, P., & Prosad-Dogra, D. (2017). Analysis of EEG signals and its application to neuromarketing. *Multimedia Tools and Applications, 76*, 19087-19111. <https://doi.org/10.1007/s11042-017-4580-6>



Aplicación y retos de la tecnología de movimiento ocular en Educación Superior

Application and challenges of eye tracking technology in Higher Education

- Dra. María Consuelo Sáiz-Manzanares. Profesora Titular, Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad de Burgos (España) (mcsmanzanares@ubu.es) (<https://orcid.org/0000-0002-1736-2089>)
- Dr. Raúl Marticorena-Sánchez. Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Burgos (España) (rmartico@ubu.es) (<https://orcid.org/0000-0002-2633-635X>)
- Dr. Luis-J. Martín-Antón. Profesor Titular, Departamento de Psicología, Universidad de Valladolid (España) (luisjorge.martin@uva.es) (<https://orcid.org/0000-0003-0534-960X>)
- Dr. Leandro Almeida. Catedrático, Centro de Investigação em Psicologia, Universidad de Miño, Braga (Portugal) (leandro@psi.uminho.pt) (<https://orcid.org/0000-0002-0651-7014>)
- Dr. Miguel-Ángel Carbonero-Martín. Catedrático, Departamento de Psicología, Universidad de Valladolid (España) (miguelangel.carbonero@uva.es) (<https://orcid.org/0000-0002-2057-1762>)

RESUMEN

Los avances neurotecnológicos están posibilitando en los contextos educativos nuevos conocimientos sobre la forma de aprender de cada estudiante. No obstante, su aplicación plantea retos para la docencia en contextos naturales. En este trabajo se presenta un ejemplo de uso y aplicabilidad de la tecnología de seguimiento ocular en el ámbito de la Educación Superior. Se trabajó con una muestra de 20 estudiantes de tres universidades (Burgos y Valladolid en España y Miño en Portugal). Los objetivos fueron: 1) comprobar si existían diferencias significativas en indicadores de esfuerzo cognitivo (FC, FD, SC, PD, VC) hallados con la tecnología de seguimiento ocular entre estudiantes con y sin conocimientos previos; 2) comprobar si existían clústeres de patrones de conductas de aprendizaje entre los estudiantes; 3) analizar diferencias en la visualización de los patrones de conducta. Se utilizó un diseño cuasiexperimental sin grupo control y un diseño descriptivo. Los resultados indicaron diferencias significativas entre los estudiantes con y sin conocimientos previos respecto de los resultados de aprendizaje. También, se hallaron dos tipos de clústeres en los indicadores de esfuerzo cognitivo. Finalmente, se efectuó un análisis comparativo sobre los patrones de conducta de aprendizaje en estudiantes del clúster 1 vs. clúster 2. El uso de la tecnología de seguimiento ocular posibilita el registro de un gran volumen de datos respecto del proceso de aprendizaje. No obstante, en la actualidad su uso en contextos educativos naturales exige al profesorado conocimientos tecnológicos y de minería de datos.

ABSTRACT

Advances in neuro-technology provide new insights into how individual students learn in educational contexts. However, applying it poses challenges for teachers in natural settings. This paper presents an example of the use and applicability of eye-tracking technology in Higher Education. We worked with a sample of 20 students from three universities (Burgos and Valladolid in Spain and Miño in Portugal). The objectives were: (1) to determine whether there were significant differences in indicators of cognitive effort (FC, FD, SC, PD, VC) found with eye-tracking technology between students with and without prior knowledge; (2) to determine whether there were clusters of learning behavior patterns among students; and (3) to analyze differences in the visualization of behavior patterns. A quasi-experimental design without a control group and a descriptive design were used. The results indicated significant differences in learning outcomes between students with and without prior knowledge. In addition, two clusters were found in indicators of cognitive effort. Finally, a comparative analysis of learning behavior patterns between students in cluster 1 vs. cluster 2 was performed. Eye-tracking technology makes it possible to record large data about the learning process. However, using it in natural educational settings currently requires teachers to have technological and data mining skills.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Neuroeducación, patrones de aprendizaje, seguimiento ocular, aprendizaje personalizado, análisis de clúster, tecnología educativa.

Neuro-education, learning patterns, eye tracking, personalized learning, cluster analysis, educational technology.



1. Introducción y estado de la cuestión

En este estudio se va a abordar la funcionalidad de la utilización de la tecnología de seguimiento ocular en el contexto de enseñanza-aprendizaje en el ámbito universitario. En primer lugar, es importante hacer referencia a qué es la tecnología de seguimiento ocular. El uso de esta se inicia en 1800 y un representante destacado en su desarrollo fue Louis Émile Javal. Concretamente, este autor utilizó la tecnología de seguimiento ocular en el ámbito de la óptica fisiológica para el estudio del estrabismo. La tecnología de seguimiento ocular se fundamenta en el registro del barrido visual que una persona efectúa cuando interactúa con objetos, imágenes, vídeos, documentos, espacios, etc.

Las métricas que recoge esta tecnología se pueden clasificar en estáticas y dinámicas. Entre las primeras, se encuentran las fijaciones (estas hacen referencia a las frecuencias de posicionamiento del ojo en un estímulo) (Joe-Louis-Paul et al., 2019), las sacadas (estas refieren el paso de un estímulo a otro) (Elliott et al., 2020), el diámetro de la pupila (esta métrica hace referencia a la dilatación de la pupila ante distintos estímulos) (Sáiz-Manzanares et al., 2021a) y la longitud de la cadena (se refiere a la longitud del «scan path» o «gaze point» de cada participante en la ruta de seguimiento ocular implementada) (Kao et al., 2019; Seifert et al., 2017). Y en métricas dinámicas, estas registran el tiempo de fijación de la mirada dentro de un área definida por coordenadas cartesianas (Sáiz-Manzanares et al., 2020). Dicha área se puede dividir por el experimentador en áreas relevantes, no relevantes o parcialmente relevantes (Joe-Louis-Paul et al., 2019). Es decir, la tecnología de seguimiento ocular registra la trayectoria de exploración que cada persona efectúa en un intervalo de tiempo determinado (Sáiz-Manzanares et al., 2021a). En la Tabla 1 se aporta información sobre algunas de las métricas estáticas y su posible interpretación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Dicha interpretación se recoge en los manuales de uso de la mencionada tecnología.

Tabla 1. Métricas en la tecnología de seguimiento ocular y su significado en el proceso de aprendizaje		
Métrica	Significado	Implicación en el proceso de aprendizaje
«Fixation Count» (FC) Conteo de fijación	Es una medida de búsqueda global. Un mayor número de fijaciones en un estímulo puede indicar la novedad que ese estímulo supone para el aprendiz o bien la dificultad que experimenta dicho aprendiz para discriminar la información en el mismo.	Por ejemplo puede servir para discriminar a los estudiantes noveles vs. experimentados y a los estudiantes con y sin problemas atencionales (Rodziewicz-Cybulska et al., 2022).
«Fixation Duration» (FD) Duración de fijación	Es un indicador del grado de interés y de los tiempos de respuesta del estudiante. La duración de la fijación proporciona información sobre el proceso de búsqueda y concentración. Una mayor duración puede hacer referencia a un procesamiento de la información más profunda.	Puede ayudar a discriminar el grado de reflexión aplicado por cada estudiante durante la resolución de una tarea (p. ej. diferenciando a los estudiantes dependientes de campo de los no dependientes) (Sáiz-Manzanares et al., 2020, 2021a, 2021b)
«Saccade Count» (SC) Conteo de sacada	Hace referencia al número de sacadas utilizadas en cada estímulo. Un menor número puede referir un menor esfuerzo cognitivo.	Por ejemplo, mayor número de sacadas hace referencia a que el estudiante utiliza más estrategias de orientación para la realización de una tarea. Si bien, también puede indicar un nivel menor de conocimientos previos. Kulomäki et al. (2022) observaron un mayor cambio de la mirada en tareas complejas vs. sencillas.
«Pupil Diameter» (PD) Diámetro de la pupila	La tecnología de seguimiento ocular recoge la media del diámetro de la pupila en todas las fijaciones dentro de un Área de Interés (AOI) durante un intervalo de tiempo.	Informa sobre el nivel atencional o el interés del estudiante respecto de un estímulo y puede ser un indicador de la diferencia entre usuarios noveles vs. experimentados (Asadi et al., 2022; Rodziewicz-Cybulska et al., 2022).
«Visit count» (VC) Conteo de visitas	Hace referencia al número de visitas dentro de una AOI durante un intervalo de tiempo.	Puede ser un indicador de la atención e interés del estudiante en una parte de la información. También, puede hacer referencia a la dificultad que dicha información tiene para el usuario (Sáiz-Manzanares et al., 2020, 2021a, 2021b).

Nota. El significado de las métricas se ha obtenido del Tobii Pro Lab User Manual v 1.194. La relación de dichas métricas con el proceso de aprendizaje se puede ampliar en los estudios de Sáiz-Manzanares et al. (2020; 2021a; 2021b).

1.1. ¿Qué ofrece la tecnología de seguimiento ocular a la docencia?

La tecnología de seguimiento ocular se utiliza como una herramienta de apoyo en el estudio del comportamiento humano y se puede aplicar en distintos campos entre los que se encuentra el ámbito

educativo (Tsai et al., 2022). Concretamente, en dicho entorno la tecnología de seguimiento ocular se puede utilizar para estudiar los niveles atencionales y su relación con los procesos cognitivos en los aprendices (Taub & Azevedo, 2019) durante la resolución de una tarea (Ollesch et al., 2021). Como ya se ha señalado, esta tecnología proporciona métricas estáticas y dinámicas. Las primeras incluyen diversos parámetros (duración, frecuencia, velocidad, número, en fijaciones y sacadas y dilatación de la pupila, etc.) (Merchie et al., 2022). El objetivo final del análisis de dichas métricas es detectar los patrones de conductas de interacción con el estímulo y, en función de los resultados de aprendizaje, determinar cuál de ellos es más efectivo (Chango et al., 2022). Concretamente, las ventajas que ofrecen las métricas estáticas en el ámbito educativo se relacionan con el conocimiento que proporcionan al profesorado sobre los niveles atencionales y de esfuerzo cognitivo que experimenta el estudiantado durante la resolución de distintos tipos de tareas (Prokop et al., 2020; Shojaeizadeh et al., 2019; Yang & Wang, 2023). Estos datos van a permitir al profesorado la adaptación del contenido y la estructura de las tareas de aprendizaje a las necesidades de cada estudiante, impulsando la personalización del aprendizaje (Chemerys & Ponomarenko, 2022; Ollesch et al., 2021).

También, la tecnología de seguimiento ocular registra métricas dinámicas, que hacen referencia al rastreo de la trayectoria espacial y temporal del recorrido visual mientras el estudiante resuelve una tarea (Diwanji, 2022; van-Marlen et al., 2018). El profesorado puede diferenciar dentro de los estímulos (elementos de los que consta una tarea de aprendizaje) las Áreas de Interés relevantes (AOI) (hacen referencia a la información más importante estimada por el docente) vs. no relevantes (refieren la información menos importante estimada). Una vez realizada la diferenciación de las AOI se pueden obtener los patrones de conducta del estudiantado dentro del estímulo de aprendizaje aplicado (Coskun & Cagiltay, 2022; Merchie et al., 2022; Tsai et al., 2022). Posteriormente, se podrá analizar la relación entre dichos patrones y los resultados de aprendizaje (McLeod et al., 2022; Ollesch et al., 2021) diferenciando los más eficaces (Feng & Law, 2021; McLeod et al., 2022; Merchie et al., 2022; Tsai et al., 2022; Yang & Wang, 2023). En síntesis, estos datos permitirán al profesorado realizar orientaciones pedagógicas específicas dirigidas especialmente al estudiantado con resultados menos satisfactorios (Molina et al., 2017; Sáiz-Manzanares et al., 2021b).

1.2. ¿Cuáles son los problemas y las limitaciones del uso de la tecnología de seguimiento ocular en el contexto natural de aprendizaje?

La tecnología de seguimiento ocular en la última década ha avanzado mucho en cuanto al manejo. En la actualidad, los equipos de seguimiento ocular pueden aplicarse en contextos naturales con más fluidez (Schweizer et al., 2022). Asimismo, esta tecnología se puede incorporar a dispositivos de realidad aumentada (Thees et al., 2022), realidad virtual (Chango et al., 2022; Mills et al., 2016; Rother & Spiliopoulou, 2022; Yang & Wang, 2023) o en dispositivos móviles (Kuhnel et al., 2018). Todas estas funcionalidades van a facilitar la aplicabilidad de dicha tecnología en la enseñanza habitual. No obstante, su utilización en el contexto educativo presenta retos importantes para el profesorado. En primer lugar, aunque los dispositivos de seguimiento ocular han reducido su volumen y pueden utilizarse en espacios fuera de un laboratorio siguen exigiendo una cualificación para su manejo.

El proceso de uso en el ámbito educativo implica: 1) el diseño de la tarea de aprendizaje; 2) la integración de dicha tarea en el dispositivo de seguimiento ocular; 3) la calibración del ajuste de la mirada del estudiantado a la pantalla; y 4) una vez realizada la tarea de aprendizaje hay que extraer, depurar, tratar e interpretar los datos registrados. Actualmente, la tecnología de seguimiento ocular ofrece de forma automática interpretaciones sencillas de los registros. No obstante, en estos dispositivos no se incluyen todas las posibilidades de tratamiento y análisis de los datos.

La dificultad en este punto estriba en el gran volumen de datos que dicha tecnología recoge (Sáiz-Manzanares et al., 2020). Esta funcionalidad es muy relevante, pero exige la aplicación de técnicas de «Educational Data Mining» (EDM) para el correcto análisis e interpretación de los resultados (Chango et al., 2022; Feng & Law, 2021). Dichas técnicas hacen referencia a la utilización de algoritmos de aprendizaje automático («Machine Learning») para el análisis de datos educativos (Bogarín et al., 2018). En síntesis, la utilización de la tecnología de seguimiento ocular en el contexto educativo es prometedora.

Sin embargo, para su buen uso se precisa de un plan de formación del profesorado en los aspectos anteriormente indicados.

1.3. ¿Qué posibilidades de utilización de otros recursos de evaluación neurotecnológica tiene la tecnología de seguimiento ocular?

La tecnología de seguimiento ocular tiene la funcionalidad de poder incluir otros dispositivos de registro como son la medición de la respuesta psicogalvánica de la piel (GSR) (He et al., 2022), del registro electroencefalográfico (EEG) (Luo & Zhou, 2020; Scharinger et al., 2020), y de la grabación de la cara del aprendiz para un posterior análisis de las emociones durante la ejecución de una tarea. Esta tecnología, dependiendo del grado de sofisticación del equipo, también puede facilitar la integración de estas métricas en multirregistros. Estos permitirán una mayor fiabilidad en las interpretaciones sobre el proceso de aprendizaje de un estudiante (Alemdag & Cagiltay, 2018), si bien su aplicación se deberá hacer en entornos de laboratorio. Asimismo, hay que considerar que aportarán información sobre el procesamiento de la información del estudiantado durante la ejecución de distintos tipos de tareas (Giannakos et al., 2019). Como ya se ha indicado anteriormente, en este contexto, el diseño de la tarea es fundamental.

Tabla 2. Relación de las técnicas de EDM y su aplicabilidad a la práctica educativa		
Técnicas de EDM Supervisadas	Significado	Aplicabilidad a la práctica docente
Predicción		
«Linear Regression» Regresión lineal	Es un modelo que se utiliza para aproximar la relación entre variables continuas y una o más variables dependientes.	Puede ayudar en la predicción del efecto de una o más variables sobre los resultados de aprendizaje en los estudiantes.
Clasificación		
«Decision Tree» Árbol de decisión	Es un algoritmo que detecta en un orden jerárquico la influencia de una serie de variables (independientes) sobre otras variables (dependientes). Los árboles de decisión tienen la funcionalidad de que son rápidos de construir, de interpretar y sensibles a los pequeños cambios (Sáiz-Manzanares et al., 2019).	Pueden ayudar en la detección de la metodología docente más efectiva para cada estudiante.
Técnicas de EDM No supervisadas	Significado	Aplicabilidad a la práctica educativa
«Clustering»		
«k-means» k-medias	Permite la asignación de un elemento a un grupo sin aplicar una variable previa de agrupamiento. La asignación se hace por la detección de la distancia más cercana al centro del clúster (Sáiz-Manzanares et al., 2020).	El resultado va a permitir hallar agrupamientos de estudiantes con características semejantes sin aplicar previamente una variable de agrupación. Este hecho facilitará al docente la adaptación metodológica a las características de cada grupo.
«Educational Process Mining» (EPM) Minería de procesamiento en educación	Aplican algoritmos específicos para descubrir patrones y las posibles relaciones ocultas. Cada elemento pertenece a una única instancia de proceso (Bogarín et al., 2018).	Conocer los patrones de ejecución de cada estudiante proporcionará información al docente sobre las conductas de aprendizaje más efectivas vs. menos efectivas respecto de la resolución de una tarea. Todo ello potenciará la personalización del aprendizaje.

La razón es que dependiendo de la forma de aprender de cada aprendiz una presentación u otra de la misma tarea será más o menos efectiva en su proceso de aprendizaje. En esta línea, los estudios de análisis multicanal (Azevedo & Gašević, 2019; Taub et al., 2017) han concluido que las tareas que se ofrecen a través de un canal dual (visual y auditivo) incrementan la carga cognitiva en el procesamiento de la información (Souchet et al., 2022). Asimismo, las tareas que se presentan en vídeo y que exigen la aplicación de un conocimiento procedimental suponen una mayor carga cognitiva para el estudiante (Pi & Hong, 2016). De otro lado, parece que la inclusión de gráficos o de esquemas en las tareas disminuye la carga cognitiva y facilita la comprensión (Fiorella, 2022). No obstante, para la interpretación de estos resultados se precisa aplicar técnicas de EDM, seguidamente se describen las más significativas.

1.4. ¿Qué resultados ofrece la utilización de técnicas de EDM para la interpretación de los resultados hallados con la tecnología de seguimiento ocular durante el proceso de enseñanza-aprendizaje?

Las técnicas de EDM se pueden definir como la aplicación de técnicas de Minería de Datos (MD) en el ámbito educativo (Chango et al., 2022). Específicamente, las técnicas de MD utilizan parte de las técnicas de Aprendizaje Automático. Dentro de estas últimas se diferencian las supervisadas que incluyen las técnicas de predicción (Seinen et al., 2022) y las de clasificación (Díez-Pastor et al., 2014); y las técnicas no supervisadas, entre las que se encuentran las de «clustering» (Sáiz-Manzanares et al., 2021a). En la Tabla 2 se puede consultar una relación de las técnicas de EDM más significativas en el ámbito educativo.

1.5. ¿Presenta la utilización de la tecnología de seguimiento ocular nuevos retos éticos en su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje?

Evidentemente el registro en el que se incluye la grabación de las ejecuciones del estudiantado durante la realización de tareas conlleva retos éticos. Estos se centran en la necesaria autorización por parte del estudiante para participar en este tipo de enseñanza. Esta autorización conlleva recelos añadidos, ya que se graba una ejecución y esta puede incluir también la imagen. Por ello, este procedimiento de trabajo podría producir sesgos respecto de la autorización de unos estudiantes sobre otros. La razón es que los estudiantes que participasen en esta propuesta docente recibirían una retroalimentación para mejorar su patrón de conductas de aprendizaje y los no participantes no. Este aspecto indudablemente generaría una situación de brecha de desigualdad en la intervención pedagógica. Esta podría conllevar un incremento en las diferencias de rendimiento académico de los estudiantes que no aceptasen participar en este tipo de propuesta docente.

En síntesis, la utilización de la tecnología de seguimiento ocular tiene una aplicabilidad prometedora en el ámbito educativo, ya que va a permitir al profesorado obtener registros sobre la forma de procesar información en sus estudiantes. Asimismo, en función del análisis de dichos registros, el docente podrá conocer los patrones de conducta durante el aprendizaje. Toda esta información previsiblemente ayudará al profesorado en la personalización del diseño de las tareas de aprendizaje, lo que facilitará una respuesta educativa adaptada a las necesidades de cada estudiante. Este aspecto facilitará la atención a la diversidad y previsiblemente fomentará una mayor inclusión académica. Atendiendo a lo anteriormente señalado, las preguntas de investigación (PI) de este trabajo fueron:

- PI1: ¿se hallarán diferencias significativas entre estudiantes con y sin conocimientos previos en los parámetros de carga cognitiva (FC, FD, SC, PD, VC) y en los resultados de aprendizaje (RA)?
- PI2: ¿habrá clústeres de patrones de conductas de aprendizaje diferenciados entre los estudiantes?
- PI3: ¿se encontrarán los patrones de conductas de aprendizaje más eficaces vs. menos eficaces?

2. Material y métodos

2.1. Participantes

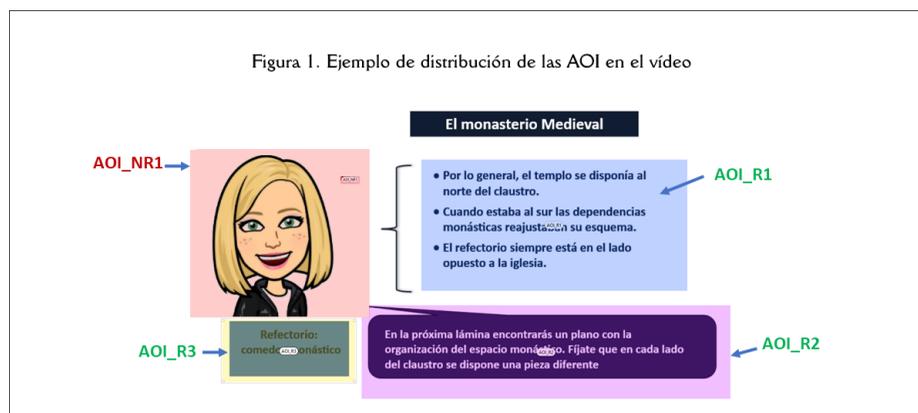
Se trabajó con una muestra no probabilística de conveniencia (fundamentada en la aceptación de la participación en el estudio) de 20 estudiantes universitarios de tres universidades: 7 de la Universidad de Burgos (UBU) (3 mujeres $M_{edad}=22$ años, $DT_{edad}=2,00$; 4 hombres $M_{edad}=21$ años, $DT_{edad}=1,41$) 11 de la Universidad de Valladolid (UVA) (8 mujeres $M_{edad}=22,38$ años, $DT_{edad}=2,77$; 3 hombres $M_{edad}=24$ años, $DT_{edad}=1,00$) y 2 de la Universidad de Miño en Portugal (UMINHO) (2 mujeres $M_{edad}=21,50$ años, $DT_{edad}=0,70$).

Se diferenció entre estudiantado con y sin conocimientos previos, dicha diferenciación se efectuó atendiendo a la rama de conocimiento del estudiantado. Se consideraron estudiantes con conocimientos previos a estudiantes que cursaban estudios de Historia del Arte ($n=7$) y estudiantes sin conocimientos previos a estudiantes que cursaban estudios de Psicología ($n=5$) y Educación ($n=8$).

2.2. Instrumentos

a) Equipo Tobii Pro Lab versión 1.194.41215 y monitor de 15,6 pulgadas con una resolución de 1920 X 1080. En este estudio se aplicaron 64 Hz. En este estudio se utilizaron métricas estáticas que se analizaron con el paquete de software estadístico SPSS v. 28 (IBM, 2022). También, se hallaron métricas dinámicas a través del «gaze point» que ofrece Tobii y se utilizó Orange 3.33.0 para la generación de gráficos de tipo mapa de calor.

b) Estímulos aplicados en la tecnología de seguimiento ocular. Se utilizó un vídeo autorregulado sobre la evolución de los monasterios en Europa. Una voz iba locutando la información haciendo inflexiones de voz sobre los datos más importantes. Asimismo, se incluyeron en el vídeo esquemas y gráficos que sintetizaban el contenido más relevante. La información para elaborar el vídeo se extrajo del «Kit de herramientas para la transferencia del proyecto SmartArt» esta documentación se puede consultar en <https://bit.ly/3CPkEwq>. El proyecto «SmartArt» fue cofinanciado por la Unión Europea (la información se puede consultar en <http://bit.ly/3kLeF5J>). Asimismo, el vídeo utilizado en este estudio está disponible en <http://bit.ly/3VzdMd9>. En dicho vídeo se diferenciaron las siguientes AOI: 1 AOI no relevante- AOI_NR1- (imagen de un avatar), y 3 AOI relevantes: AOI Relevante 1 -AOI R1- (esquema de los conceptos relevantes); AOI Relevante 2 -AOI R2- (síntesis del contenido más relevante locutado) y AOI Relevante 3 -AOI R3- (conceptos clave de la información locutada). Un ejemplo de la definición de las AOI se puede consultar en la Figura 1.



c) Prueba de conocimientos sobre los conceptos vistos en el vídeo. Esta prueba constaba de 9 preguntas sobre los conceptos más referenciales trabajados en el vídeo. Las preguntas se extrajeron del «Kit de herramientas para la transferencia del proyecto SmartArt». En concreto, se aplicaron las 9 primeras preguntas del «Cuestionario de autoevaluación 1. Nivel básico» (p. 63-64) que pueden consultarse en <https://bit.ly/3CPkEwq>.

2.3. Procedimiento

Previamente a la realización del estudio se obtuvo el informe positivo del Comité de Bioética de la UBU (IR 27/2019). Seguidamente, se ofreció a estudiantes universitarios de la UBU, UVA y UMINHO la posibilidad de participar en este estudio. A continuación, el estudiantado que aceptó firmó un consentimiento informado de participación voluntaria sin compensación. La fase experimental se realizó de forma individualizada con cada participante en dos salas (una en la UBU y otra en la UVA) en las cuales se controlaron las condiciones de luminosidad y de ausencia de estímulos distractores. El experimento fue aplicado en todos los casos por la misma investigadora experta en el uso de esta tecnología.

2.4. Diseños de investigación

Este trabajo se enmarca dentro de un estudio exploratorio. Para contrastar la PI1 dadas las características de la muestra se aplicó un diseño cuasiexperimental sin grupo control donde la variable independiente fue «conocimientos previos sobre Historia del Arte» y las variables dependientes fueron

los parámetros de carga cognitiva y los resultados de aprendizaje. Asimismo, para contrastar las PI2 y PI3 se aplicó un diseño descriptivo (Campbell & Stanley, 2005).

2.5. Análisis de datos

Al utilizarse un muestreo no probabilístico de conveniencia y ser la muestra inferior a 30 participantes se utilizó para el contraste de las IP estadística no paramétrica. Para contrastar la PI1 se aplicó la prueba U de Mann-Whitney y se calculó el tamaño del efecto no paramétrico r tomando como puntos de corte: (a) hasta 0,30, bajo; (b) de 0,30 a 0,50 medio; y (c) superior a 0,50 alto. Para ello, se utilizó el paquete estadístico SPSS v. 28 (IBM Corp, 2022). Para contrastar la PI2 se aplicó la prueba de análisis de clústeres de k-means que se realizó con el paquete estadístico SPSS v. 28 (IBM Corp, 2022). También, se utilizaron técnicas de visualización de mapas de calor y de «clustering» para ello se utilizó el software de Aprendizaje Automático y de técnicas de visualización de datos Orange 3.33.0 (Demšar et al., 2013). Finalmente, para contrastar la PI3 se utilizó la visualización de análisis de patrones («gaze point») que ofrece Tobii Pro Lab versión 1.194.41215.

3. Análisis y resultados

Respecto de la PI1 no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre el estudiantado con y sin conocimientos previos respecto de los parámetros de análisis de la carga cognitiva (FC, FD, SC, PD, VC). No obstante, se apreció una tendencia a la diferencia ($p=0,06$) en SC_AOI_R2 (este parámetro hace referencia a la transición de la sacada en la información de síntesis del contenido más relevante locutado). Asimismo, se hallaron diferencias significativas entre ambos grupos respecto de los resultados de aprendizaje [$U=20$, $p=0,03$, con un tamaño del efecto medio, $r=0,49$]. Los estudiantes con conocimientos previos experimentaron una mayor puntuación (Mediana (Mdn)=5) en relación a los estudiantes sin conocimientos previos ($Mdn=2$), ver Tabla 1.

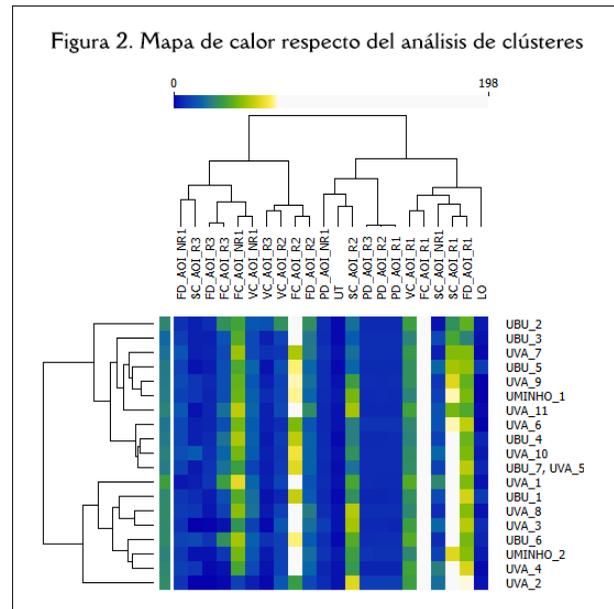
Tabla 3. U de Mann-Whitney

Variables	Grupo 1 n=8	Grupo 2 n=12	U	z	p	r
	Rango promedio	Rango promedio				
FC_AOI_NR1	9,69	11,04	41,50	-0,50	0,62	0,11
FC_AOI_R1	9,38	11,25	39,00	-0,70	0,52	0,16
FC_AOI_R2	9,88	10,92	43,00	-0,39	0,73	0,09
FC_AOI_R3	13,63	8,42	23,00	-1,95	0,06	0,44
FD_AOI_NR1	10,13	10,75	45,00	-0,23	0,85	0,05
FD_AOI_R1	8,38	11,92	31,00	-1,31	0,21	0,29
FD_AOI_R2	10,38	10,58	47,00	-0,08	0,97	0,02
FD_AOI_R3	12,75	9,00	30,00	-1,39	0,18	0,31
SC_AOI_NR1	8,88	11,58	35,00	-1,00	0,34	0,22
SC_AOI_R1	8,81	11,63	34,50	-1,04	0,31	0,23
SC_AOI_R2	7,38	12,58	23,00	-1,94	0,06	0,43
SC_AOI_R3	11,75	9,67	38,00	-0,80	0,47	0,18
PD_AOI_NR1	9,88	10,92	43,00	-0,39	0,73	0,09
PD_AOI_R1	10,50	10,50	48,00	0,00	1,00	0,00
PD_AOI_R2	10,25	10,67	46,00	-0,15	0,91	0,03
PD_AOI_R3	9,13	11,42	37,00	-0,85	0,43	0,19
VC_AOI_NR1	12,38	9,00	33,00	-1,17	0,27	0,26
VC_AOI_R1	9,31	11,29	38,50	-0,74	0,47	0,17
VC_AOI_R2	11,13	10,08	43,00	-0,39	0,73	0,09
VC_AOI_R3	12,63	9,08	31,00	-1,34	0,21	0,30
RA	14,00	8,17	20,00	-2,18	0,03*	0,49

Nota. * $p<0,05$. Grupo 1=estudiantes con conocimientos previos; Grupo 2=estudiantes sin conocimientos previos; U=U de Mann-Whitney; FC_AOI_NR1=Fixation count en AOI no relevante; FC_AOI_R1=Fixation count en AOI relevante 1; FC_AOI_R2=Fixation count en AOI relevante 2; FC_AOI_R3=Fixation count en AOI relevante 3; FD_AOI_NR1=Fixation duration en AOI no relevante; FD_AOI_R1=Fixation duration en AOI relevante 1; FD_AOI_R2=Fixation duration en AOI relevante 2; FD_AOI_R3=Fixation duration en AOI relevante 3; VC_AOI_NR1=Visit count en AOI no relevante; VC_AOI_R1=Visit count en AOI relevante 1; VC_AOI_R2=Visit count en AOI relevante 2; VC_AOI_R3=Visit count en AOI relevante 3; PD_AOI_NR1=Pupil diameter en AOI no relevante; PD_AOI_R1=Pupil diameter en AOI relevante 1; PD_AOI_R2=Pupil diameter en AOI relevante 2; PD_AOI_R3=Pupil diameter en AOI relevante 3; SC_AOI_NR1=Saccade count en AOI no relevante; SC_AOI_R1=Saccade count en AOI relevante 1; SC_AOI_R2=Saccade count en AOI relevante 2; SC_AOI_R3=Saccade count en AOI relevante 3; RA=Resultados de aprendizaje; $r=|Z|/\sqrt{N}$.

Seguidamente, para contrastar la PI2 se realizó un análisis de clústeres utilizando el algoritmo de k-means. Previamente, para estimar el número de clústeres se aplicó el método del codo (los resultados se pueden comprobar en <https://bit.ly/3W0Qe0Q>). Se hallaron dos clústeres de agrupamiento respecto de las variables consideradas en la Tabla 3. En la Figura 2, se puede comprobar la visualización de la

distribución de los estudiantes en cada uno de los clústeres. La técnica de Aprendizaje Automático no supervisado, k-means, permite visualizar la posición de cada estudiante en cada clúster sin aplicar a priori una variable de agrupamiento. Este hecho permite detectar variables de agrupamiento no establecidas previamente. El análisis de clústeres se puede consultar en la Tabla 4 disponible en la plataforma Figshare (<http://bit.ly/3JiNrNf>).

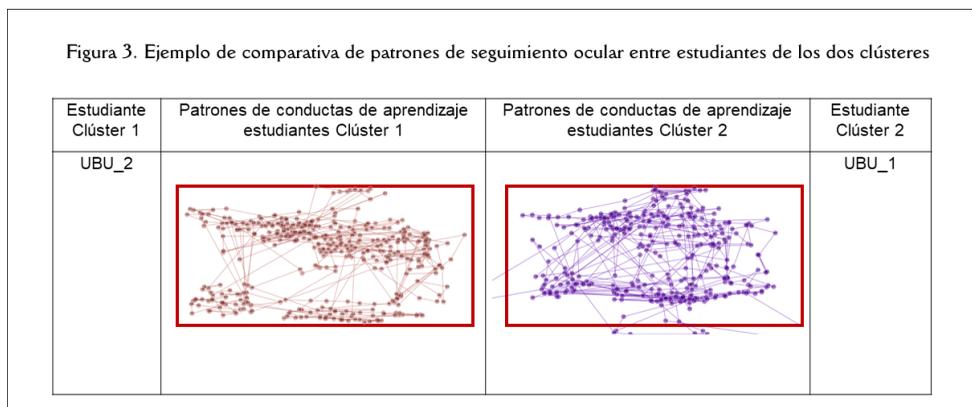


En el ANOVA efectuado entre los clústeres se hallaron diferencias significativas en: FC_AOI_R1 ($F=12,98$, $p=0,00$), concretamente las puntuaciones más altas se registraron en el clúster 2. Este resultado indica que los estudiantes que forman parte de este clúster pueden tener dificultad para discriminar información relevante vs. no relevante en la tarea propuesta; FD_AOI_NR1 ($F=9,79$, $p=0,01$) las puntuaciones más altas también se registraron en el clúster 2, lo que indica que los estudiantes que forman parte de este clúster prestaron más atención a la información del AOI no relevante; FD_AOI_R1 ($F=10,13$, $p=0,01$) las puntuaciones más altas se encontraron en los estudiantes que formaban parte del clúster 1. Este resultado puede ser un indicador de que estos estudiantes prestaron más atención a este estímulo; VC_AOI_R1 ($F=5,74$, $p=0,03$) las puntuaciones más altas se hallaron en los estudiantes que formaban parte del clúster 1, lo que puede ser un indicador de un interés mayor en estos estudiantes en el AOI relevante 1; SC_AOI_NR1 R1 ($F=14,55$, $p=0,00$) se encontró un mayor número de sacadas en los estudiantes que formaban parte del clúster 1. Este resultado se puede explicar desde un mayor uso de las respuestas de orientación en estos estudiantes que puede relacionarse con un mayor esfuerzo cognitivo para la discriminación de información relevante vs. no relevante; SC_AOI_R1 ($F=22,43$, $p=0,00$) se registró un mayor número de sacadas en los estudiantes que formaban parte del clúster 1. Este resultado se puede relacionar con un mayor esfuerzo cognitivo de dichos estudiantes respecto de la información de AOI relevante 1. Finalmente, es importante destacar que se observó una tendencia a la diferencia en FD_AOI_R2 ($p=0,05$) y FD_AOI_R3 ($p=0,05$). La FD fue mayor en los estudiantes del clúster 2, lo que puede ser un indicador de un mayor esfuerzo cognitivo en este grupo respecto de la información en AOI relevante 2 y relevante 3.

Seguidamente, para comprobar la PIB se efectuó un análisis de visualización de los patrones de conductas de aprendizaje en los estudiantes atendiendo a los resultados hallados en el análisis de clústeres (Figura 2).

A modo de ejemplo se presenta una comparativa del «gaze point» entre un estudiante del clúster 1 y un estudiante del clúster 2 (Figura 3). En dicha comparativa, la ruta seguida por el estudiante del clúster 1 tiene una menor desviación del seguimiento de la información que se presenta en el vídeo que la realizada

por el estudiante del clúster 2, en cuya ruta se aprecia una mayor dispersión (el trayecto del seguimiento ocular sale del marco de la presentación de la información).



4. Discusión y conclusiones

La utilización de recursos neurotecnológicos, p. ej. la tecnología de seguimiento ocular, puede ofrecer a la docencia del siglo XXI un abanico de oportunidades prometedor. Entre las ventajas destaca el registro de las conductas de aprendizaje durante la resolución de distinto tipo de tareas. Específicamente, la tecnología de seguimiento ocular facilita información sobre la atención y el esfuerzo cognitivo del estudiantado (Asadi et al., 2022; Kulomäki et al., 2022; Rodziewicz-Cybulska et al., 2022; Taub & Azevedo, 2019) durante la resolución de tareas (Ollesch et al., 2021). Asimismo, dicha tecnología puede registrar las conductas de aprendizaje de un estudiante respecto de la información relevante vs. no relevante en las AOI definidas previamente por el profesorado. También, puede facilitar información sobre el patrón de resolución de cada estudiante (Coskun & Cagiltay, 2022; Merchie et al., 2022; Tsai et al., 2022). Posteriormente, el profesorado podrá conocer los patrones más efectivos vs. menos efectivos en cada tarea (Feng & Law, 2021; McLeod et al., 2022; Ollesch et al., 2021; Tsai et al., 2022; Yang & Wang, 2023). La efectividad se concretará en función de los resultados de aprendizaje obtenidos por cada estudiante. Esta comparativa podrá servir de referente al docente para elaborar propuestas educativas personalizadas (Sáiz-Manzanares et al., 2021b). Este avance es importante, ya que mitiga la subjetividad que puede estar asociada a la realización de observaciones del proceso de aprendizaje en contextos naturales en las que no se emplean recursos tecnológicos y de medición. No obstante, este logro que puede parecer idílico no está exento de hándicaps. Actualmente, aunque la tecnología de seguimiento ocular ha avanzado mucho en funcionalidad aún precisa para la interpretación de los registros la utilización de técnicas de EDM (Chango et al., 2022; Feng & Law, 2021). Este aspecto supone un reto para el docente o para las instituciones que quieran aplicar esta tecnología.

En este estudio se ha mostrado un ejemplo de la funcionalidad de la utilización de la tecnología de seguimiento ocular en el análisis del proceso de aprendizaje de estudiantes universitarios durante la visualización de un vídeo y su relación con los resultados de aprendizaje. En síntesis, los resultados hallados indican que los conocimientos previos parecen no ser relevantes en una tarea de vídeo autorregulado respecto de los parámetros de carga cognitiva y sí respecto de los resultados de aprendizaje. Estas conclusiones están en la línea de lo hallado en las investigaciones de Fiorella (2022). No obstante, se ha encontrado que otras variables no definidas previamente parecen estar influyendo en los indicadores de esfuerzo cognitivo (FC, FD, SC, PD, VC). Los estudiantes de uno de los clústeres parece que utilizan más técnicas de reflexión y centran su atención en la información más relevante inhibiendo la menos relevante, frente a otro grupo de estudiantes que parece tener más problemas para centrar la atención en la información relevante. En concreto, estas diferencias se dieron en la AOI definida como no relevante y en una AOI relevante relacionada con la información de esquemas. Estos resultados son importantes para el docente, ya que le orientan a cómo elaborar materiales de enseñanza más ajustados a las características de aprendizaje detectadas en cada uno de los clústeres. Posteriormente, en estudios futuros se deberían

analizar cuáles son las características de los estudiantes asignados a cada clúster con el fin de detectar las variables que pueden explicar el agrupamiento. Asimismo, en este estudio se ha mostrado un ejemplo de detección de los patrones de conductas de aprendizaje en distinto tipo de estudiantes que previamente se habían agrupado en clústeres. Esta funcionalidad resulta significativa para la docencia, ya que el estudio de cada patrón servirá para conocer dónde se sitúan las dificultades de aprendizaje de cada estudiante y, en función de estas, el docente podrá ofrecer orientaciones personalizadas a cada uno de ellos (Chango et al., 2022; Molina et al., 2017; Sáiz-Manzanares et al., 2021b). No obstante, los resultados hallados en este estudio se tienen que leer con prudencia, ya que se trabajó con una muestra reducida y de conveniencia por lo que la generalización de dichos resultados está limitada. Si bien, el objetivo último de este trabajo ha sido mostrar posibles aplicaciones y retos del uso de la tecnología de seguimiento ocular en contextos educativos universitarios.

En síntesis, el análisis de los datos que se recogen con la tecnología de seguimiento ocular tiene un gran potencial para lograr una enseñanza de precisión. No obstante, queda un largo camino para su implantación fluida en contextos naturales.

Contribución de Autores

Idea, M.C.S.M.; Revisión de literatura (estado del arte), M.C.S.M., R.M.S.; Metodología, M.C.S.M., L.J.M.A., R.M.S., L.A., M.A.C.M.; Análisis de datos, M.C.S.M.; Resultados, M.C.S.M., L.J.M.A., R.M.S.; Discusión y conclusiones, M.C.S.M., L.J.M.A., R.M.S.; Redacción (borrador original), O.L., J.G.M.; Revisiones finales, M.C.S.M., L.J.M.A., R.M.S., L.A., M.A.C.M.; Diseño del Proyecto y patrocinios, M.C.S.M., L.J.M.A., R.M.S., L.A., M.A.C.M.

Apoyos

Este trabajo se ha desarrollado con la ayuda a dos proyectos de investigación: Proyecto europeo SmartArt 2019-1-ES01-KA204-095615-Coordinador 6 y «Asistentes de voz e inteligencia artificial en Moodle: un camino hacia una universidad inteligente». Convocatoria 2020 Proyectos de I+D+i - RTI Tipo B. Referencia: PID2020-117111RB-I00.

Referencias

- Alemdag, E., & Cagiltay, K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computers and Education*, 125, 413-428. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.023>
- Asadi, A., Saeedpour-Parizi, M.R., Aiken, C.A., Jahanbani, Z., Houminiyan-Sharif-Abadi, D., Simpson, T., & Marchant, D. (2022). Effects of attentional focus and cognitive load on novice dart throwing: Evidence from quiet eye duration and pupillary responses. *Human Movement Science*, 86, 103015-103015. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2022.103015>
- Azevedo, R., & Gašević, D. (2019). Analyzing multimodal multichannel data about self-regulated learning with advanced learning technologies: Issues and challenges. *Computers in Human Behavior*, 96, 207-210. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.025>
- Bogarín, A., Cerezo, R., & Romero, C. (2018). A survey on educational process mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews*, 8(1). <https://doi.org/10.1002/widm.1230>
- Campbell, D.F., & Stanley, J. (2005). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Amorrortu. <https://bit.ly/3JJDubN>
- Chango, W., Lara, J.A., Cerezo, R., & Romero, C. (2022). A review on data fusion in multimodal learning analytics and educational data mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 12(4), 1-19. <https://doi.org/10.1002/widm.1458>
- Chemerys, H.Y., & Ponomarenko, O.V. (2022). Opportunities and prospects for personalizing the user interface of the educational platform in accordance with the personality psychotypes. *Advances in Computational Design*, 7, 139-151. <https://doi.org/10.12989/acd.2022.7.2.139>
- Corp, I. (2022). *SPSS Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) (Versión 28)*. [Software]. IBM. <https://ibm.co/3hWlls7>
- Coskun, A., & Cagiltay, K. (2022). A systematic review of eye-tracking-based research on animated multimedia learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(2), 581-598. <https://doi.org/10.1111/jcal.12629>
- Demšar, J., Curk, T., Erjavec, A., Gorup, C., Hošvar, T., Milutinovic, M., Možina, M., Polajnar, M., Toplak, M., Stari, A., Štajdohar, M., Umek, L., Žagar, L., Žbontar, J., Zitnik, M., & Zupan, B. (2013). Orange: data mining toolbox in Python. *The Journal of Machine Learning Research*, 14(1), 2349-2353. <https://bit.ly/3yNtGHl>
- Díez-Pastor, J.F., García-Osorio, C., & Rodríguez, J.J. (2014). Tree ensemble construction using a GRASP-based heuristic and annealed randomness. *Information Fusion*, 20(1), 189-202. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2014.01.009>
- Diwanji, V.S. (2022). Improving accessibility and inclusiveness of university websites for international students: a mixed-methods usability assessment. *Technology, Pedagogy and Education*, 32, 1-26. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2022.2089724>
- Elliott, L.J., Lum, H.C., Aqlan, F., Zhao, R., & Lasher, C.D. (2020). A Study of Metacognitive Problem Solving in Undergraduate Engineering Students. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 95-102). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20135-7_9
- Feng, S., & Law, N. (2021). Mapping artificial intelligence in education research: A network-based keyword analysis. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31, 277-303. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00244-4>

- Fiorella, L. (2022). Learning by explaining after pauses in video lectures: Are provided visuals a scaffold or a crutch? *Applied Cognitive Psychology*, 36(5), 1142-1149. <https://doi.org/10.1002/acp.3994>
- Giannakos, M.N., Sharma, K., Pappas, I.O., Kostakos, V., & Velloso, E. (2019). Multimodal data as a means to understand the learning experience. *International Journal of Information Management*, 48, 108-119. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgr.2019.02.003>
- He, D., Wang, Z., Khalil, E.B., Donmez, B., Qiao, G., & Kumar, S. (2022). Classification of Driver Cognitive Load: Exploring the Benefits of Fusing Eye-Tracking and Physiological Measures. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2676(10), 670-681. <https://doi.org/10.1177/03611981221090937>
- Joe-Louis-Paul, Sasirekha, I., Uma-Maheswari, S., Ajith, S., Arjun, K.A.M., Athesh-Kumar, S.M., & S (2019). Eye Gaze Tracking-Based Adaptive E-learning for Enhancing Teaching and Learning in Virtual Classrooms. In S. Fong, S. Akashe, & P. Mahalle (Eds.), *Information and Communication Technology for Competitive Strategies* (pp. 165-176). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0586-3>
- Kao, G.Y.M., Chiang, X.Z., & Foulsham, T. (2019). Reading behavior and the effect of embedded selfies in role-playing picture e-books: An eye-tracking investigation. *Computers and Education*, 136, 99-112. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.03.010>
- Kuhnel, M., Seiler, L., Honal, A., & Ifenthaler, D. (2018). Mobile learning analytics in higher education: Usability testing and evaluation of an app prototype. *Interactive Technology and Smart Education*, 15, 332-347. <https://doi.org/10.1108/ITSE-04-2018-0024>
- Kulomäki, J., Oksama, L., Rantanen, E., & Hyönä, J. (2022). Attention control in a demanding dynamic time-sharing environment: An eye-tracking study. *Attention, Perception, and Psychophysics*, 84, 352-371. <https://doi.org/10.3758/s13414-021-02377-z>
- Luo, W., & Zhou, R. (2020). Can working memory task-related EEG biomarkers measure fluid intelligence and predict academic achievement in healthy children? *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 14, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2020.00002>
- Mcleod, G., Mckendrick, M., Tafili, T., Obregon, M., Neary, R., Mustafa, A., Raju, P., Kean, D., Mckendrick, G., & Mckendrick, T. (2022). Patterns of skills acquisition in anesthesiologists during simulated interscalene block training on a soft embalmed thiel cadaver: Cohort study. *JMIR Medical Education*, 8(3), 1-21. <https://doi.org/10.2196/32840>
- Merchie, E., Heirweg, S., & Van-Keer, H. (2022). Mind maps: Processed as intuitively as thought? Investigating late elementary students' eye-tracked visual behavior patterns in-depth. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-18. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.821768>
- Mills, B.W., Carter, O.B.J., Rudd, C.J., Claxton, L.A., Ross, N.P., & Strobel, N.A. (2016). Effects of low-versus high-fidelity trial simulations on the cognitive burden and performance of entry-level paramedicine students: A mixed-methods comparison trial using eye-tracking, continuous heart rate, difficulty rating scales, video observation and inter. *Simulation in Healthcare*, 11(1), 10-18. <https://doi.org/10.1097/SIH.000000000000119>
- Molina, A.I., Navarro, Ó., Lacruz, M., & Ortega, M. (2017). El empleo de técnicas de seguimiento ocular para evaluar materiales educativos en Educación Primaria. *Revista de Educación*, 376, 87-109. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-376-345>
- Ollesch, L., Heimbuch, S., & Bodemer, D. (2021). Improving learning and writing outcomes: Influence of cognitive and behavioral group awareness tools in wikis. *International Journal of Computer*, 16, 225-259. <https://doi.org/10.1007/s11412-021-09346-6>
- Pi, Z., & Hong, J. (2016). Learning process and learning outcomes of video podcasts including the instructor and PPT slides: A Chinese case. *Innovations in Education and Teaching International*, 53(2), 135-144. <https://doi.org/10.1080/14703297.2015.1060133>
- Prokop, M., Pila, L., & Tichá, I. (2020). Impact of think-aloud on eye-tracking: A comparison of concurrent and retrospective think-aloud for research on decision-making in the game environment. *Sensors*, (10), 20-20. <https://doi.org/10.3390/s20102750>
- Rodziewicz-Cybulska, A., Krejtz, K., Duchowski, A.T., & Krejtz, I. (2022). Measuring cognitive effort with pupillary activity and fixational eye movements when reading: longitudinal comparison of children with and without primary music education. In *ETRA '22: 2022 Symposium on Eye Tracking Research and Applications* (pp. 1-18). <https://doi.org/10.1145/3517031.3529636>
- Rother, A., & Spliopoulou, M. (2022). Virtual reality for medical annotation tasks: A systematic review. *Frontiers in Virtual Reality*, 3, 1-12. <https://doi.org/10.3389/frvir.2022.717383>
- Sáiz-Manzanares, M.C., Díez, J.J.R., Marticorena-Sánchez, R., Zaparaín-Yáñez, M.J., & Menéndez, R. (2020). Lifelong learning from sustainable education: An analysis with eye tracking and data mining techniques. *Sustainability*, (5), 12-12. <https://doi.org/10.3390/su12051970>
- Sáiz-Manzanares, M.C., García-Osorio, C.I., Díez-Pastor, J.F., & Martín-Antón, L.J. (2019). Will personalized e-Learning increase deep learning in higher education? *Information Discovery and Delivery*, 47, 53-63. <https://doi.org/10.1108/IDD-08-2018-0039>
- Sáiz-Manzanares, M.C., Payo-Hernanz, R.J., Zaparaín-Yáñez, M.J., Andrés-López, G., Marticorena-Sánchez, R., Calvo-Rodríguez, A., Martín, C., & Rodríguez-Arribas, S. (2021b). Eye-tracking technology and data-mining techniques used for a behavioral analysis of adults engaged in learning processes. *Journal of Visualized Experiments*, 172, 1-16. <https://doi.org/10.3791/62103>
- Sáiz-Manzanares, M.C., Pérez, I.R., Rodríguez, A.A., Arribas, S.R., Almeida, L., & Martín, C.F. (2021a). Analysis of the learning process through eye tracking technology and feature selection techniques. *Applied Sciences*, (13), 11-11. <https://doi.org/10.3390/app11136157>
- Scharinger, C., Schüler, A., & Gerjets, P. (2020). Using eye-tracking and EEG to study the mental processing demands during learning of text-picture combinations. *International Journal of Psychophysiology*, 158, 201-214.

- <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.09.014>
- Schweizer, T., Wyss, T., & Gilgen-Ammann, R. (2022). Detecting soldiers' fatigue using eye-tracking glasses: Practical field applications and research opportunities. *Military Medicine*, 187(11-12), 1330-1337. <https://doi.org/10.1093/milmed/usab509>
- Seifert, L., Cordier, R., Orth, D., Courtine, Y., & Croft, J.L. (2017). Role of route previewing strategies on climbing fluency and exploratory movements. *PLoS ONE*, 12(4), 1-22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176306>
- Seinen, T.M., Fridgeirsson, E.A., Ioannou, S., Jeannotot, D., John, L.H., Kors, J.A., Markus, A.F., Pera, V., Rekkas, A., Williams, R.D., Yang, C., Van Mulligen, E.M., & Rijnbeek, P.R. (2022). Use of unstructured text in prognostic clinical prediction models: A systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 29(7), 1292-1302. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocac058>
- Shojaeizadeh, M., Djamasbi, S., Paffenroth, R.C., & Trapp, A.C. (2019). Detecting task demand via an eye tracking machine learning system. *Decision Support Systems*, 116, 91-101. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2018.10.012>
- Souchet, A.D., Philippe, S., Lourdeaux, D., & Leroy, L. (2022). Measuring Visual Fatigue and Cognitive Load via Eye Tracking while Learning with Virtual Reality Head-Mounted Displays: A Review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 38(9), 801-824. <https://doi.org/10.1080/10447318.2021.1976509>
- Taub, M., & Azevedo, R. (2019). How Does Prior Knowledge Influence Eye Fixations and Sequences of Cognitive and Metacognitive SRL Processes during Learning with an Intelligent Tutoring System? *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 29(1), 1-28. <https://doi.org/10.1007/s40593-018-0165-4>
- Taub, M., Mudrick, N.V., Azevedo, R., Millar, G.C., Rowe, J., & Lester, J. (2017). Using multi-channel data with multi-level modeling to assess in-game performance during gameplay with Crystal Island. *Computers in Human Behavior*, 76, 641-655. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.038>
- Thees, M., Altmeyer, K., Kapp, S., Rexigel, E., Beil, F., Klein, P., Malone, S., Brünken, R., & Kuhn, J. (2022). Augmented reality for presenting real-time data during students' laboratory work: comparing a head-mounted display with a separate display. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.804742>
- Tobii Pro Lab (Ed.) (2023). *User Manual v.1.194*. <https://bit.ly/41KjHQm>
- Tsai, M.J., Wu, A.H., Bråten, I., & Wang, C.Y. (2022). What do critical reading strategies look like? Eye-tracking and lag sequential analysis reveal attention to data and reasoning when reading conflicting information. *Computers and Education*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104544>
- Van-Marlen, T., Van Wermeskerken, M., Jarodzka, H., & Van-Gog, T. (2018). Effectiveness of eye movement modeling examples in problem solving: The role of verbal ambiguity and prior knowledge. *Learning and Instruction*, 58, 274-283. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.07.005>
- Yang, F.Y., & Wang, H.Y. (2023). Tracking visual attention during learning of complex science concepts with augmented 3D visualizations. *Computers & Education*, 193. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104659>



Potencialidades y limitaciones de la usabilidad de dispositivos EEG en contextos educativos

Potentialities and limitations of the use of EEG devices in educational contexts

-  Dr. Alfonso García-Monge. Profesor Titular, Área de Didáctica de la Expresión Corporal, Universidad de Valladolid (España) (alfonso.garcia.monge@uva.es) (<https://orcid.org/0000-0002-4535-5628>)
-  Dr. Hénar Rodríguez-Navarro. Profesora Titular, Departamento Pedagogía, Universidad de Valladolid (España) (henar.rodriguez@uva.es) (<https://orcid.org/0000-0001-6993-8441>)
-  Dr. José-María Marbán. Profesor Titular, Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Universidad de Valladolid (España) (josemaria.marban@uva.es) (<https://orcid.org/0000-0002-6561-6784>)

RESUMEN

Los nuevos dispositivos de electroencefalografía (EEG) inalámbricos permiten realizar registros en contextos fuera del laboratorio. Sin embargo, para su utilización hay que tener en cuenta muchos detalles. En este trabajo, a partir de un estudio de caso instrumental con un grupo de escolares de tercer curso de Educación Primaria, se pretende mostrar algunas potencialidades y limitaciones de la investigación con estos dispositivos en contextos educativos. Se aprecian varios equilibrios en el desarrollo de estas experiencias: entre los intereses y posibilidades de los equipos de investigación y las comunidades educativas; entre la distorsión de la vida en las aulas y las oportunidades de la colaboración entre la academia y la práctica; y entre el presupuesto y la facilidad de preparación de los equipos y la utilidad de los datos recogidos. Entre sus potencialidades encontramos el conocimiento al que permiten acceder sobre diferentes procesos cognitivos y emocionales, y la oportunidad de aprendizaje que suponen los nexos entre investigadores y comunidades educativas. La vida en las aulas se ve interrumpida por este tipo de experiencias, pero ello puede suponer un coste que facilite desarrollos futuros más integrados que beneficien los procesos de enseñanza y aprendizaje.

ABSTRACT

Wireless electroencephalography (EEG) devices allow for recordings in contexts outside the laboratory. However, many details must be considered for their use. In this research, using a case study with a group of third-grade primary school students, we aim to show some of the potentialities and limitations of research with these devices in educational settings. Several balances are apparent in the development of these experiences: between the interests and possibilities of the research teams and the educational communities; between the distortion of life in the classrooms and the opportunities for collaboration between academia and practice; and between the budget and the ease of preparing the equipment and the usefulness of the collected data. Among their potentialities is the knowledge that they allow access to different cognitive and emotional processes, and the learning opportunity represented by the links between researchers and educational communities. Life in the classrooms is interrupted by these types of experiences, but this can be a cost that facilitates more integrated future developments that benefit teaching and learning processes.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Neuroeducación, electroencefalografía, mediciones neurofisiológicas, educación primaria, contexto educativo, estudio de caso.

Neuroeducation, electroencephalography, neurophysiological measurements, primary education, educational context, case study.



1. Introducción

El desarrollo de nuevos dispositivos portátiles para el registro de señales electroencefalográficas (EEG) ha abierto la posibilidad de trasladar los estudios sobre la actividad cerebral desde las condiciones de laboratorio a contextos reales. Si aceptamos el carácter situado y culturalmente construido del aprendizaje (Brown et al., 1989) se entenderá el interés de estudiar el funcionamiento cerebral en contextos educativos cotidianos. La complejidad de los procesos cognitivos precisa para su estudio de ambientes en los que se puedan aislar el máximo número de variables. Sin embargo, ello limita la extrapolación de los resultados respecto a condiciones más naturales (Shamay-Tsoory & Mendelsohn, 2019).

El potencial de estos dispositivos, los incipientes estudios en ámbitos educativos, comerciales o artísticos, o la propia publicidad de las empresas que los comercializan, han generado muchas expectativas en investigadores y educadores, pero, como señalan Xu et al. (2022), la viabilidad de usar estos métodos con escolares, incluidos los desafíos técnicos y pragmáticos asociados con la calidad de los datos, no se han abordado suficientemente. La necesidad de desplegar una «neurociencia del mundo real» (Matusz et al., 2019; Shamay-Tsoory & Mendelsohn, 2019) choca con las limitaciones a la hora de desarrollar estudios en contextos educativos (Janssen et al., 2021). Con el fin de analizar las potencialidades y limitaciones del uso de esta tecnología en contextos escolares, planteamos este estudio de caso instrumental cuyos resultados puedan resultar de utilidad a investigadores o educadores que se hayan planteado la utilización de EEG en sus estudios o como apoyo a sus intervenciones educativas.

1.1. Algunos conceptos básicos

Repasaremos brevemente algunos conceptos sobre EEG. Hay diferentes tipos de sensores para recoger los cambios de polaridad (Hajare & Kadam, 2021). No todos son igual de precisos. Básicamente encontramos electrodos húmedos que necesitan algún tipo de sustancia electrolítica que facilite la conductividad (gel o solución salina), aquellos cuyos sensores recogen la señal sin necesidad de preparación (electrodos secos) y los electrodos secos cuya recepción se ve facilitada por un poco de solución (semisecos). Los electrodos húmedos tienen una mejor calidad de señal (Lau-Zhu et al., 2019), pero si el tiempo de recogida de información se prolonga, se pueden ver afectados por la deshidratación del sensor. En general, los electrodos secos reducen los tiempos de colocación del dispositivo, pero su señal puede estar más afectada por artefactos (Shad et al., 2020). Con el posicionamiento de cada electrodo se pretende recoger información de la actividad en el área de ubicación, así, cuantos más electrodos se coloquen en el cuero cabelludo, se podrá obtener una información más detallada de un mayor número de zonas. La calidad de la señal recogida depende también de la frecuencia de muestreo del dispositivo (número de muestras recogidas de una señal continua en un segundo). Una frecuencia de muestreo baja perderá muchos fragmentos de la señal emitida y dificultará su estudio.

La información proporcionada por la señal de EEG se puede estudiar de diferentes maneras. En condiciones de laboratorio con control de los estímulos presentados, se pueden realizar estudios en el dominio del tiempo. En situaciones en las que se realiza una medida prolongada, convendría realizar un análisis cuantitativo de algunas características de la onda. Una forma de cuantificación viene del estudio de las características de la potencia espectral en diferentes bandas de frecuencia con significado funcional (Basar et al., 1999). Los cambios en el espectro de potencias de estas bandas (delta, theta, alfa, beta y gamma), servirían como neuromarcadores de actividades cerebrales específicas. Estos correlatos entre determinadas características de los espectros de frecuencia y diferentes procesos y estados cognitivos o emocionales permitirían orientar el análisis de los datos obtenidos en contextos educativos reales. En la Tabla 1 se presentan algunos ejemplos.

Tabla 1. Correlatos neuronales de algunos procesos mentales		
Estado	Neuromarcadores	Ejemplo de Estudios
Atención	Incremento en las frecuencias beta y gama; disminución en la frecuencia alfa	Grammer et al. (2021)
Acercamiento o rechazo	Asimetría alfa frontal	Coan y Allen (2004)
Activación Emocional	$(\text{BetaF3} + \text{BetaF4}) / (\text{AlfaF3} / \text{AlfaF4})$	McMahan et al. (2015)
Carga cognitiva	Theta/alfa ratio	Antonenko et al. (2010)
Implicación	Ratio beta/theta+alpha	Pope et al. (1995)

Debe entenderse que estos marcadores, generalmente, indican correlación, no causalidad. No se trata de marcadores precisos que identifiquen los procesos cerebrales subyacentes. Cada neuromarcador se ha extraído con una población determinada, un tipo de registro particular, o un procesado y extracción de características específico. Al variar cualquier parámetro (e.g. equipo con el que se recogen los EEG, tipo de situación experimental o contexto, edades de los participantes, tipo de pre-procesado...) pueden variar los significados de esos marcadores.

1.2. EEG en contextos educativos

La accesibilidad a dispositivos EEG de bajo coste ha permitido que en la última década aparezcan algunos estudios indagando en su aplicación en diferentes contextos educativos. En comparación con ámbitos como el marketing o los videojuegos, la investigación es aún limitada (Xu & Zhong, 2018). En la Tabla 2 se presenta una panorámica de trabajos recientes.

Autores	Tema	Muestra	Dispositivo	Procesado
Dikker et al. (2017)	Sincronía cerebral maestro-alumnado y entre alumnado	12 estudiantes (16 a 18 años). Registro simultáneo en contexto naturalista	EEG 14 electrodos (128Hz)	Segmentación de señal continua. Cálculo de la coherencia espectral entre canales y entre participantes
Bevilacqua et al. (2019)	Sincronía cerebral maestro-alumnado y entre alumnado	12 estudiantes de Secundaria (16 a 18 años). Registro simultáneo en contexto naturalista	EEG 14 electrodos (128Hz)	Segmentación de señal continua. Cálculo de la coherencia espectral entre canales y entre participantes
Khedher et al. (2019)	Valoración de la implicación y esfuerzo cognitivo.	15 estudiantes universitarios. Registro individual en condición semi-naturalista	EEG 14 electrodos (128Hz)	Segmentación de señal continua. Densidad espectral de frecuencia. Aplicación del ratio beta/theta+alfa
Dikker et al. (2020)	Variaciones en la potencia y pico de alfa a lo largo de la jornada escolar	22 estudiantes de Educación Secundaria (17-18 años). Registro simultáneo en contexto naturalista	EEG 14 electrodos (128Hz)	Segmentación de datos continuos (electrodos occipitales). Espectros de potencia alfa y picos de frecuencia alfa individuales
Grammer et al. (2021)	Variaciones en diferentes frecuencias según estados de atención	23 estudiantes universitarios. Registro simultáneo por parejas en situación semi-naturalista	EEG 24 canales (250Hz)	Potencia de diferentes frecuencias de una señal continua segmentada
Vekety et al. (2022)	Mejora de la atención plena y funciones ejecutivas	31 escolares (8-12años). Registros individuales	EEG 4 canales (250Hz)	Uso del EEG con una app de retroalimentación para la relajación
Xu et al. (2022)	Análisis de la atención	46 escolares (6-7años). Registros en tríos en situación semi-naturalista	EEG 24 canales (250Hz)	Análisis de la densidad espectral de la frecuencia alfa

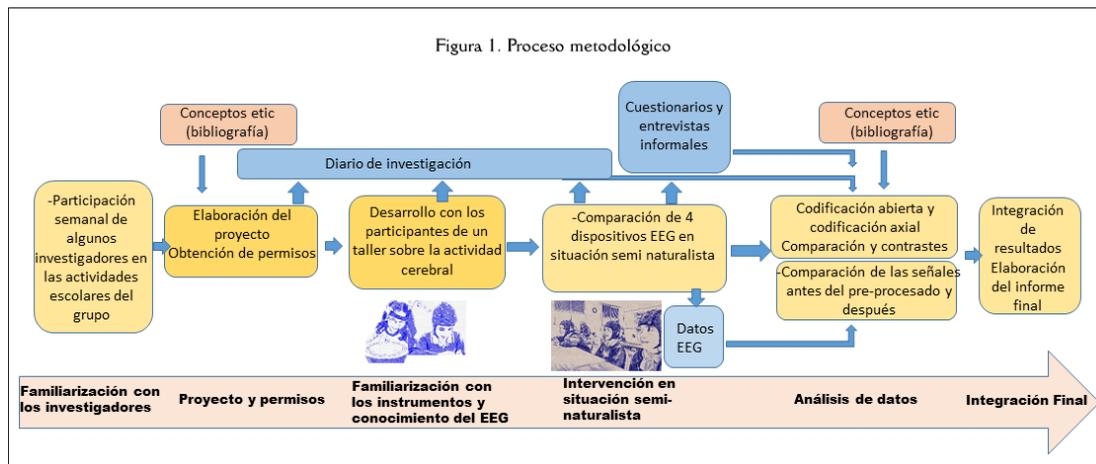
Matusz et al. (2019) proponen tres categorías para definir los enfoques de investigación respecto al grado de «naturalismo»: laboratorio controlado, laboratorio parcialmente naturalista e investigación naturalista. De acuerdo con ello, se aprecia en la revisión de Xu y Zhong (2018) que los trabajos completamente naturalistas aún son escasos. Son pocos los estudios que integran la tecnología EEG en el desarrollo normal de las clases, colocando dispositivos en todos los participantes de forma simultánea.

Dominan los estudios con universitarios. El número de trabajos con escolares es muy reducido. Los tamaños de la muestra son pequeños. Muchos estudios utilizan dispositivos de bajo coste con menos de cinco sensores secos, lo que limita la fiabilidad de los datos. El alto coste de los dispositivos de calidad, sus prolongadas preparaciones, o la accesibilidad a muestras con poblaciones infantiles, podrían ser algunas de las explicaciones a las limitaciones que muestra esta foto fija. En este estudio de caso indagaremos en estos aspectos, analizando las potencialidades y limitaciones del uso de dispositivos EEG en contextos escolares.

2. Material y método

Dado que el propósito es analizar las potencialidades y limitaciones del uso de esta tecnología en contextos escolares, para informar a investigadores o educadores que se hayan planteado la utilización de EEG en sus estudios o como apoyo a sus intervenciones educativas, se ha optado por un estudio de

caso instrumental (Stake, 2010). Desde la ontología constructivista de Stake, los métodos son inductivos y flexibles, el descubrimiento y la interpretación ocurren simultáneamente, se parte de marcos conceptuales iniciales flexibles y el objetivo es la comprensión del fenómeno a través de la interpretación y mediante la disminución de distancia entre investigadores y participantes. El proceso seguido se resume en la Figura 1.



Se partió de los siguientes issues (tensiones):

- Facilidad de uso/calidad del registro.
- Potencial de los datos/posibilidades y limitaciones de aplicación en un contexto educativo.

A partir de estos, se plantearon las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Qué aspectos previos a la intervención hay que tener en cuenta?
- ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene cada tipo de dispositivo?
- ¿Cómo viven los participantes estas intervenciones?
- ¿Qué problemas plantea el uso de estos dispositivos en contextos educativos?
- ¿Qué implicaciones éticas tienen estas investigaciones?

2.1. Contexto y participantes

El estudio se ha desarrollado con un grupo de 17 escolares de tercero de Educación Primaria de edades comprendidas entre los 8 y los 9 años (10 niñas y 7 niños) en un centro con el que los investigadores colaboran habitualmente. Los escolares conocían a parte del equipo de investigación ya que realizan con ellos las actividades semanalmente.

El diseño de las tareas escolares sobre las que se realizaron los registros se consensuó con el profesorado del grupo, atendiendo a sus inquietudes. Con el fin de reducir el impacto en los escolares al introducir estos dispositivos en el aula y aprovechar la oportunidad para que el alumnado comprendiera mejor el funcionamiento neuronal, una semana antes de comenzar el estudio, se desarrolló un taller en el que se introdujo al grupo en diferentes aspectos de la actividad cerebral, mediante dispositivos lúdicos de neurofeedback. Para la realización del estudio se contó con el permiso del centro educativo, el consentimiento informado de las familias y la aprobación del Comité Ético de la Universidad.

2.2. Procedimiento

Dada la limitación del número de dispositivos (tres de cada tipo) y con el fin de no interrumpir demasiado en el desarrollo normal de las clases, se optó por una intervención semi-naturalista (Matusz et al., 2019). Para el desarrollo del estudio se utilizó un aula contigua al aula habitual del grupo. El alumnado fue convocado a dicha sala en tríos o parejas. Mientras se les colocaron los diferentes dispositivos se les fueron recordando algunos detalles sobre la recogida de la actividad cerebral a través de EEG explicados en el taller.

Tras colocar los dispositivos y confirmar la recepción correcta de las señales, se realizaron dos tomas de base (2' con los ojos cerrados y 2' con los ojos abiertos mirando a un punto en la parte central de un folio en blanco). A partir del registro del estado de base se recogió la actividad electroencefalográfica del alumnado escuchando diferentes explicaciones sobre aplicaciones de las matemáticas y realizando algunas tareas aritméticas. Tras el uso de cada dispositivo, se solicitó al alumnado que contestara unas preguntas sobre la comodidad del dispositivo, molestias en su preparación e interferencias para atender o realizar las tareas propuestas. Se colocaron los dispositivos en un orden aleatorio con cada grupo de participantes para evitar posibles efectos de acumulación de fatiga. El promedio de duración del registro con cada grupo fue de 48'.

2.3. Instrumentos

Se utilizaron cuatro dispositivos EEG (tres unidades de cada uno de ellos) para comparar sus posibilidades y limitaciones en un contexto escolar:

- Brainlink Pro: diadema de dos sensores de contacto de electrodo seco en la zona frontal. La frecuencia de muestreo es de 512 Hz. La señal es enviada por bluetooth al ordenador en el que se recoge gracias al software Lucid Scribe desde el que puede ser exportada como archivo CSV para el pre-procesado en EEGLab o Medusa.
- Emotiv Epoc: aparato EEG de 14 canales con sensores que precisan solución salina para facilitar la conducción y con una frecuencia de muestreo de 128 Hz. Los sensores están montados en posiciones fijas sobre una estructura de plástico. La señal se manda de forma inalámbrica al ordenador donde es recogida por el software TestBench desde el que puede ser exportada como archivo EDF para su posterior pre-procesado y análisis. Ha sido utilizado en numerosas investigaciones (Williams et al., 2020a).
- Epoc Flex: cuenta con 32 canales con sensores pasivos de Ag/AgCl (EasyCap) montados sobre un gorro de neopreno que permite elegir las posiciones de montaje. La conductividad se facilita por un gel. La frecuencia de muestreo es de 128Hz. El amplificador colocado en el gorro envía de forma inalámbrica la señal al ordenador donde se recoge a través de una aplicación online (Emotiv Pro) desde la que, posteriormente, se pueden descargar los datos en formatos CSV o EDF. En el trabajo de Williams et al. (2020b) se recoge su validación.
- El dispositivo Muse (InteraXon) cuenta con 4 canales de electrodos de contacto secos que recogen datos con una frecuencia de muestreo de 250Hz de la zona frontal y temporoparietal. Las señales, enviadas por bluetooth, pueden ser recogidas en una Tablet gracias a la aplicación Mind Monitor, desde la que se pueden exportar como archivo CSV para su tratamiento posterior. Ha sido validado por algunas investigaciones (Krigolson et al., 2017).

Se recogieron las valoraciones de los escolares participantes a través de un cuestionario y de entrevistas informales. Siguiendo trabajos anteriores (Zerafa et al., 2018), en el cuestionario se les preguntó sobre sus sensaciones durante la colocación de los aparatos (Preparación: «muy larga», «larga», «buena», «muy buena»); la comodidad del dispositivo (Comodidad: «muy incómodo», «algo incómodo», «cómodo», «muy cómodo») y la posible interferencia del mismo en las tareas realizadas (Distracción: «distrae mucho», «distrae algo», «no lo he notado»). Las respuestas al cuestionario pudieron ser matizadas y ampliadas gracias a las entrevistas. También se utilizó un diario de investigación en el que reflejaron aspectos del diseño del proyecto, las tareas y procedimientos, los acuerdos con el profesorado del centro, las entrevistas e intercambios informales con el profesorado y alumnado, así como incidentes críticos, dificultades y detalles en el desarrollo de la experiencia.

2.4. Análisis de datos

Las señales de EEG se compararon antes y después de su pre-procesado con EEGLab. En el pre-procesado se aplicaron filtros IIR Butterworth de paso alto (0,5Hz) y paso bajo (45 Hz), para los datos obtenidos del dispositivo Muse se aplicó, además, un filtro de ranura a 50Hz (los dispositivos de Emotiv integran este filtro para las interferencias de la señal eléctrica en la señal electroencefalográfica). Se limpiaron los datos de artefactos con una primera inspección visual, tras la que se aplicó un algoritmo

de reconstrucción del subespacio de artefactos (ASR) para descartar los canales silenciados más de 5 segundos o con ruido de alta frecuencia de más de 4 desviaciones. Seguidamente, se re-referenciaron los datos mediante el cómputo de la referencia promedio (CAR). Finalmente, se aplicó el análisis de componentes independientes (ICA) y se descartaron los componentes en los que predominaban fuentes no neuronales (artefactos).

Para el análisis de las fuentes cualitativas se realizó una codificación abierta (Glaser & Strauss, 2006) en Atlas.ti, guiada por las preguntas orientadoras, y buscando la multirreferencialidad de los datos (entre tres investigadores). Seguidamente se realizó un análisis teórico de primer orden, construyendo interpretaciones y trasladando códigos descriptivos a categorías teóricas (Shkedi, 2004), apoyados por el contraste de los conceptos con otros autores (Shkedi, 2004). A través de la comparación y contraste entre códigos y con las categorías étic de la bibliografía, los datos se integraron en una codificación axial (Glaser & Strauss, 2006) de la que surgieron las siguientes categorías y tópicos:

- Aspectos organizativos: contactos previos, reducción del impacto, familiaridad con los participantes, colaboración investigadores-docentes, expectativas y reticencias, proyecto, permisos, ruptura de la vida escolar, espacios y tiempos, recursos humanos.
- Posibilidades y limitaciones de los equipos: adaptación a diferentes tallas, tiempo de preparación, calidad de la señal, limitaciones del número de canales.
- Perspectiva de los participantes: expectativas del alumnado, sensaciones en la preparación, comodidad, distracciones de la tarea por el dispositivo, expectativas del profesorado.
- Implicaciones éticas: perturbación/integración vida escolar, oportunidad de aprendizaje, delicadeza de los datos, beneficios.

3. Análisis y resultados

3.1. Aspectos organizativos

Dado que se produce una alteración de la rutina del centro con personas y equipos nuevos, conviene mantener un contacto previo con el centro. En el caso estudiado, tal y como comenta el profesorado implicado, la trayectoria de colaboración entre los investigadores y el centro educativo facilita la apertura de este a nuevas propuestas. En concreto, una propuesta como esta de uso de EEG en el aula puede generar curiosidad y reticencias. En gran parte del claustro, en la mayoría de las familias y en la totalidad del alumnado genera una disposición favorable. Sin embargo, colocar dispositivos asociados con la electricidad, lo patológico o con «el acceso al interior de la mente», crea recelos entre algunos docentes y familias. Por ello hay que explicar en detalle el proyecto. El profesorado reconoce que la apertura a esta explicación se ve facilitada por la confianza generada en colaboraciones previas.

La obtención de los permisos del centro y las familias lleva tiempo y requiere, como se ha mencionado, una explicación detallada y pedagógica del proyecto. En este caso, algunas familias no dieron su permiso. Ello supondría un problema en caso de querer desarrollar proyectos plenamente naturalistas en los que se quisiera incorporar esta tecnología en las aulas convencionales. Este tipo de experiencias supone armonizar horarios y espacios. Las agendas de los centros suelen ser apretadas y resulta difícil disponer de tiempos en los que parte del alumnado pueda salir del aula habitual para realizar otra actividad. Además, no siempre se dispone de un espacio libre en los centros durante el tiempo que dure la recogida de datos. En este caso, la experiencia se fue posponiendo casi dos meses hasta que se encontró una semana propicia.

Por razones éticas y prácticas interpretamos que es interesante un acuerdo con el profesorado del centro del diseño de las pruebas, atendiendo a sus inquietudes y propuesta educativa. De esta manera, la propuesta se ajustará mejor al alumnado y a la programación del docente. La llegada de entre 4 y 8 investigadores al colegio, también supone un impacto en la vida escolar.

La experiencia genera muchas expectativas en el alumnado. En los encuentros semanales durante los meses previos, el alumnado, ilusionado, nos preguntaba constantemente por el momento de «colocar los gorros» y «leer el pensamiento». Algunos preguntaban divertidos si les iba a dar electricidad. Interpretamos que la familiaridad con el alumnado, les permite abrirse y compartir sus inquietudes. Esta familiaridad del alumnado con algunos investigadores repercute también en el estado de los niños y niñas al realizar las pruebas. Comentan los escolares que la confianza les hace estar más tranquilos durante

la instalación de los equipos o el desarrollo de las pruebas. Ello es importante cuando, por ejemplo, se quieren analizar estados de ansiedad frente a las tareas escolares propuestas. Una tensión generada por la incomodidad de la situación experimental podría distorsionar los datos obtenidos.

El alumnado reconoce que el taller previo con actividades lúdicas sobre la actividad cerebral ayudó a generar una disposición favorable hacia los aparatos, interés por el tema, a tranquilizarles sobre los «experimentos», y a conocer y acercarse al equipo de investigación (en el taller intervinieron 9 investigadores e investigadoras que, posteriormente, participarían en la toma de datos). El alumnado señala que el taller les permitió comprender detalles sobre temas que habían estudiado (funcionamiento del sistema nervioso y la actividad neuronal).

La utilización de varios dispositivos EEG de forma simultánea implica muchos recursos humanos. Al menos, una persona por cada dispositivo para colocarlo, sincronizarlo con el ordenador que recibe la señal, controlar la buena conexión a lo largo de la prueba y grabar y guardar las diferentes partes del experimento (la preparación de un dispositivo con más canales se ve facilitada por la intervención de dos personas). Además, es interesante contar con otra persona responsable de los cuestionarios y del desarrollo de las diferentes pruebas propuestas al alumnado, así como una encargada de tomar nota de posibles incidentes y de grabar la experiencia.

Los horarios para la investigación se adaptan a la disponibilidad del alumnado, por tanto, la recogida de información no se da de forma continua y los miembros del equipo de investigación deben pasar horas en el centro que pueden aprovechar para organizar la información, limpiar los dispositivos o preparar la nueva recogida de datos. En todo caso, compaginar la disponibilidad del equipo con los horarios del centro supone otro aspecto limitante.

3.2. Posibilidades y limitaciones de los equipos

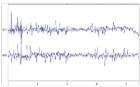
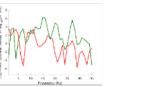
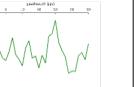
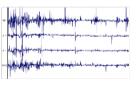
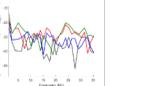
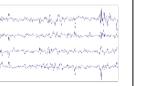
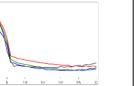
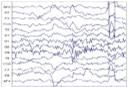
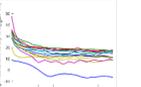
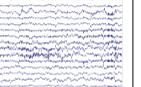
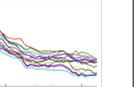
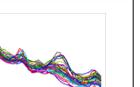
Los dispositivos utilizados presentan un amplio rango de adaptación a las variaciones de tamaños y formas de las cabezas. Brainlink tiene un sistema de cinta móvil con velcro fácilmente ajustable. Los electrodos del Emotiv Eporc están sujetos mediante tiras de plástico duro al cuerpo del dispositivo. Esos brazaletes se adaptan a diferentes formas de la cabeza, aunque hay que verificar que los sensores hacen contacto con las mismas áreas en todos los participantes. Con el Eporc Flex se usaron gorros de dos medidas (talla 50 y 54) según el tamaño de cabeza. La flexibilidad del neopreno hace que se adapte perfectamente. Muse dispone de un arco de plástico regulable que se adapta a un amplio rango de tamaños cefálicos.

El tiempo de preparación varía principalmente en función de la rapidez o problemas que presente la conexión entre el dispositivo EEG y el aparato que reciba la señal. El tiempo de preparación de BrainLink arrojó una media de 2'21" y las mayores demoras se debieron a su emparejamiento vía bluetooth con los ordenadores que recibían la señal. El tiempo medio de instalación del Emotiv Eporc fue de 7'02" y los principales problemas derivaron del contacto con el cuero cabelludo de los sensores en aquellos participantes con pelo rizado o mucha densidad de cabello. También dio problemas la caída de las esponjas que facilitan el contacto o de las terminales de los sensores que se desenroscaban de sus soportes. El Eporc Flex, con 32 canales con gel arrojó una media de preparación de 10'15", pero los mayores retrasos no se debieron a la aplicación del gel ($M=6'56''$), sino a problemas con la conexión inalámbrica o la apertura de la aplicación on-line para la recogida de datos. Finalmente, Muse tuvo una media de 2'45" de preparación, debida especialmente a la búsqueda de un buen contacto en los sensores tras las orejas.

Dado que los dispositivos son inalámbricos, hay que tener la precaución de establecer la conexión entre el EEG y el receptor separando unos aparatos de otros para que no se den errores de reconocimiento. La calidad de la señal registrada varía entre los diferentes dispositivos. En la Tabla 3 se muestra un ejemplo visual de las señales antes del pre-procesado y tras él.

Las señales que registran mayor número de artefactos (distorsión en la señal por otras fuentes como son las producidas por movimientos, parpadeo, pulsaciones o el campo generado por la corriente eléctrica) son las de Muse. La colocación de sus sensores de contacto en la frente y tras los pabellones auriculares hace que se vean muy afectadas por parpadeos y contracciones maxilares. Como se aprecia en la Tabla 3, su espectro de frecuencia es algo inusual, con altibajos en la potencia, muchas diferencias entre canales y potencias elevadas para frecuencias altas.

Tabla 3. Comparación señales de los dispositivos

Dispositivo	Ejemplo de dispositivos en contexto	Ejemplo de señal sin procesar	Ejemplo de espectro de frecuencia sin pre-procesar	Ejemplo de señal pre-procesada	Ejemplo de espectro de frecuencia tras pre-procesado
Brainlink					
Muse					
EmotivEpoC					
EpoC Flex					

El caso de Brainlink es similar. Sus dos sensores de contacto frontales son muy sensibles a los parpadeos y movimientos faciales. De igual forma, el espectro de frecuencia no se asemeja al habitual para ondas EEG.

La mala fijación de los sensores del Emotiv Epoc hace que se recojan bastantes periodos de pérdida de contacto, y resulta muy sensible a los movimientos de la cabeza. El espectro de su señal antes del pre-procesado presenta una imagen más cercana al espectro habitual de una señal EEG. La mejor calidad de señal (menos afectada por artefactos) se da en el Epoc Flex. Su mejor fijación a la cabeza y la mejor conectividad proporcionada por el gel se traducen en un menor número de artefactos.

Durante el pre-procesado, el menor número de segmentos de la señal que hubo que borrar se dio en los registros de Epoc Flex. Ello es importante para poder segmentar posteriormente la señal y realizar diferentes análisis de la actividad frente a las tareas propuestas en la clase. Al aplicar un método automático de rechazo de artefactos (Artifact subspace reconstruction, ASR), varios canales de los dispositivos BrainLink, Muse y Emotiv Epoc fueron suprimidos automáticamente. Dado que se trata de dispositivos con pocos canales, la supresión de alguno no puede ser compensada por interpolación de las medidas en canales cercanos y la pérdida de información impedirá realizar medidas de diferentes procesos mentales.

Utilizando la herramienta ICALabel de EEGLab (muestra la probabilidad de que un componente capte actividad cerebral u otros artefactos), se encontró que los componentes de los registros con BrainLink, Muse y Emotiv Epoc estaban muy afectados por fuentes musculares. Se observa una relación inversa entre tiempo de preparación y cantidad de electrodos, pero la limitación del número de electrodos tiene consecuencias: un menor número de canales y con posiciones fijas no permitirá acceder a muchos correlatos neuronales, y el reconocimiento de fuentes es menos factible o preciso.

3.3. Perspectiva de los participantes

Como se ha señalado, las expectativas del alumnado eran muy altas y tras la experiencia todos quisieron volver a repetirla. Esta actitud es relevante para entender que, posiblemente, tendieran a valorar positivamente los dispositivos. En la Tabla 4 se muestran los resultados de sus respuestas a los cuestionarios sobre sus sensaciones en la preparación, la comodidad de los dispositivos y las posibles distracciones generadas por estos en el transcurso de las tareas. En la tabla se muestran el número de respuestas dadas y los promedios de puntuación.

El alumnado de este caso aguanta con paciencia los preparativos. En algún caso en el que fallaron las conexiones con el ordenador o falló la apertura de la aplicación on-line y el proceso se alargó, sí comentaron que se habían aburrido un poco. Con el Emotiv Epoc, los problemas en la conexión de algunos electrodos en niñas con más densidad de cabello y la recolocación de esponjas de contacto o electrodos, llevan a 4 participantes a valorar la preparación de este dispositivo como larga (3) o muy

larga (1). En el caso del Epop Flex fueron los problemas de reconocimiento inalámbrico del dispositivo o errores en el acceso a la plataforma de registro de los datos los que alargaron el proceso y llevaron a algunos escolares a calificarlo como muy largo (2) o largo (3).

Tabla 4. Resultados del cuestionario al alumnado sobre sus sensaciones con los dispositivos

BrainLink						
					Media	SD
Preparación	Muy larga: 0	Larga: 0	Buena: 6	Muy Buena: 11	3,647	0,477
Comodidad	Muy incómodo: 0	Algo incómodo: 5	Cómodo: 3	Muy cómod: 9	3,235	0,876
Distracción	Mucho: 0	Algo: 4	No notado: 12		2,75	0,433
Emotiv Epop						
Preparación	Muy larga: 1	Larga: 3	Buena: 4	Muy Buena: 9	3,235	0,94
Comodidad	Muy incómodo: 0	Algo incómodo: 3	Cómodo: 7	Muy cómodo: 7	3,235	0,729
Distracción	Mucho: 0	Algo: 5	No notado: 12		2,705	0,455
Epop Flex						
Preparación	Muy larga: 2	Larga: 3	Buena: 1	Muy Buena: 11	3,235	1,112
Comodidad	Muy incómodo: 0	Algo incómodo: 1	Cómodo: 2	Muy cómodo: 14	3,764	0,545
Distracción	Mucho: 0	Algo: 2	No notado: 15		2,882	0,322
Muse						
Preparación	Muy larga: 0	Larga: 1	Buena: 2	Muy Buena: 14	3,764	0,545
Comodidad	Muy incómodo: 0	Algo incómodo: 2	Cómodo: 1	Muy cómodo: 14	3,705	0,665
Distracción	Mucho: 0	Algo: 2	No notado: 15		2,882	0,322

Respecto a la comodidad, en general, las sensaciones fueron buenas. Las molestias registradas vienen de la presión en la frente de los sensores de BrainLink (5 casos); la presión de algunos sensores en la región temporal del Emotiv Epop (3); cierto picor tras las orejas de Muse (2); y cierta sensación de roce bajo el mentón por la cinta fijadora del Epop Flex (1 caso). Para evitar malestar por los restos de gel usados en el Epop Flex, se limpió el cabello con un poco de alcohol y se cepilló posteriormente. Pocos participantes se sintieron distraídos de las tareas por los dispositivos. En algún caso comentaron que estaban pendientes de que no se les moviese el dispositivo (Muse y Emotiv Epop) o de no moverse ellos para evitar introducir “ruidos” en la señal.

En cuanto a las expectativas del profesorado sobre estas experiencias, esperan con ello conocer detalles sobre la respuesta de su alumnado ante diferentes tareas y los procesos neuronales subyacentes al aprendizaje, así como corroborar sus opiniones sobre cada escolar. En algunos casos tienen mayores expectativas de lo que en la práctica se puede llegar a investigar. Por otra parte, ven que supone un despliegue de medios y personas demasiado grande como para integrarlo en las clases y tienen alguna duda sobre la viabilidad de integrar estos dispositivos en clases convencionales.

3.4. Implicaciones éticas

Los resultados anteriores conllevan una serie de implicaciones éticas. Este tipo de experiencias interrumpen la vida escolar. Para disminuir este posible efecto disruptivo resulta importante integrarlas en la programación y proyectarlas atendiendo a los criterios docentes. Las pruebas no deberían ser muy largas para evitar el cansancio del alumnado, ni entorpecer otras actividades escolares.

Para el alumnado supone una oportunidad para ponerse en contacto con dispositivos, procedimientos y saberes de difícil acceso. Los datos son delicados y asegurar su confidencialidad y seguridad es fundamental. Se trata de datos de señales biológicas de menores y es importante seguir todos los protocolos para la protección de los datos.

Entendemos que el criterio básico para orientar estas experiencias es el del beneficio del menor. Si los resultados de las investigaciones pueden ayudar a los docentes a orientar mejor su práctica educativa y la experiencia enriquece a los participantes, se habrán compensado los inconvenientes. De ahí que los diseños de estas experiencias permitan acceder a información relevante para profesorado y alumnado.

4. Discusión y conclusiones

El objetivo de este estudio de caso fue analizar las posibilidades y limitaciones del uso de dispositivos EEG en contextos escolares, para informar a investigadores o educadores que se hayan planteado la utilización de EEG en sus estudios o como apoyo a sus intervenciones educativas. El desarrollo de estas experiencias implica los intereses de docentes, escolares, familias e investigadores que obligan a una colaboración y al avance en una investigación interdisciplinaria (Katzir & Paré-Blagoev, 2006). Esta

conexión entre investigación y práctica educativa puede ayudar a los académicos a entender mejor la realidad escolar afinando sus preguntas de investigación (Liu & Zhang, 2021), y a la comunidad educativa le puede mostrar el potencial de la investigación sobre el cerebro (Mason, 2009). Ello supone buscar modelos de asociación basados en el análisis de las demandas del profesorado, alumnado y familias (Howard-Jones et al., 2016; Liu & Zhang, 2021) que permitan encajar mejor estas experiencias en la programación educativa. Igualmente, conlleva relaciones de confianza mutua (Liu & Zhang, 2021) forjadas con el tiempo. En todo caso, hay que tener muy en cuenta los costes del despliegue de medios materiales y humanos, así como el ajuste de horarios.

En cuanto a los aparatos, los resultados sobre la adaptabilidad y comodidad de los dispositivos utilizados están en la línea de estudios previos con otros grupos de edad (Zerafa et al., 2018). Igualmente, estudios previos advierten de la sensibilidad al movimiento de equipos como el Emotiv Epoc, pero no así de la sensibilidad de Muse a parpadeos o movimientos faciales (Krigolson et al., 2017). La calidad de los registros con el Epoc Flex van en la línea de estudios previos (Browarska et al., 2021). No se han encontrado referencias a las demoras causadas por los problemas de conectividad o acceso a las plataformas de recogida de datos.

La limitación del número de electrodos de algunos de los aparatos usados es un problema para realizar un modelado de fuentes preciso (Akalın-Acar & Makeig, 2013) y reduce los procesos a estudiar y los análisis posibles (Lau-Zhu et al., 2019). Observando la Tabla 1 sobre algunos posibles correlatos neuronales, se entenderá que con 2 o 4 canales es difícil analizar muchos procesos cognitivos. Para generalizar estos correlatos en torno a un grupo de edad y poder simplificar el número de electrodos, haría falta un proceso en el que, tras un registro con una muestra grande y una cobertura amplia del cuero cabelludo, se pudiera realizar una clasificación de señales (a través de aprendizaje automático o profundo) que permitiese la creación de aplicaciones que clasificaran nuevas señales a partir de datos generados por dispositivos con pocos sensores (Craig et al., 2019).

Más allá de los aspectos organizativos o técnicos, encontramos las implicaciones éticas. Entendemos que la potencialidad de estos trabajos radica en poder beneficiar a los educadores con un mejor conocimiento de los procesos subyacentes a sus propuestas y los efectos de su trabajo, llegando a facilitar situaciones educativas más ajustadas a las características y necesidades del alumnado. Sin embargo, como explican Rose y Abi-Rached (2014) no hay que perder de vista que las neurotecnologías emergentes aumentan el riesgo de utilizar el cerebro como un «recurso biopolítico», promoviendo procesos de optimización y competitividad. Williamson (2018) también advierte de los peligros de la «neurogobernanza» que aspira a «escanear» el cerebro para «esculpir» ciertas capacidades. Es bien conocida la dimensión política de la educación, y convendría tener presentes en este tipo de estudios sus objetivos e implicaciones.

Se establecen, por tanto, varios equilibrios a la hora de desarrollar estas experiencias. Equilibrios entre los intereses y posibilidades de los equipos de investigación y las comunidades educativas; entre la distorsión de la vida en las aulas y las oportunidades de la colaboración entre la academia y la práctica; y entre el presupuesto y la facilidad de preparación de los equipos y la utilidad de los datos recogidos. Actualmente, el coste de los dispositivos y los recursos humanos necesarios limitan la extensión de estas experiencias a situaciones completamente naturalistas, sin embargo, los trabajos en esta dirección permitirán generar un corpus de conocimiento que facilitará aplicaciones futuras, lo cual, unido con la mejora de los sensores y, posiblemente, al abaratamiento de los dispositivos, permitirá su extensión en beneficio de la educación.

Contribución de Autores

Idea, A.G-M.; Revisión de literatura, A.G-M., H.R-N.; Metodología, A.G-M., H.R-N., J.M.M-P.; Análisis de datos, A.G-M., H.R-N., J.M.M-P.; Resultados, A.G-M., H.R-N., J.M.M-P.; Discusión y conclusiones, A.G-M., H.R-N., J.M.M-P.; Redacción (borrador original), A.G-M., H.R-N., J.M.M-P.; Revisiones finales, A.G-M.; Diseño del Proyecto y patrocinios, A.G-M., H.R-N., J.M.M-P.

Apoyos

Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal (Universidad de Valladolid), Departamento de Pedagogía (Universidad de Valladolid), Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, de las Ciencias Sociales y de la Matemática (Universidad de Valladolid).

Referencias

- Akalin-Acar, Z., & Makeig, S. (2013). Effects of forward model errors on EEG source localization. *Brain topography*, 26(3), 378-396. <https://doi.org/10.1007/s10548-012-0274-6>
- Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R., & Van-Gog, T. (2010). Using electroencephalography to measure cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(4), 425-438. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9130-y>
- Basar, E., Basar-Eroglu, C., Karakas, S., & Schürmann, M. (1999). Oscillatory brain theory: A new trend in neuroscience. *IEEE engineering in medicine and biology magazine: the quarterly magazine of the Engineering in Medicine & Biology Society*, 18(3), 56-66. <https://doi.org/10.1109/51.765190>
- Bevilacqua, D., Davidesco, I., Wan, L., Chaloner, K., Rowland, J., Ding, M., Poeppel, D., & Dikker, S. (2019). Brain-to-brain synchrony and learning outcomes vary by student-teacher dynamics: evidence from a real-world classroom electroencephalography study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 31(3), 401-412. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01274
- Browarska, N., Kawala-Sterniuk, A., Zygarlicki, J., Podpora, M., Pelc, M., Martinek, R., & Gorzelanczyk, E.J. (2021). Comparison of smoothing filters' influence on quality of data recorded with the emotiv EPOC Flex brain-computer interface headset during audio stimulation. *Brain sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/brainsci11010098>
- Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42. <https://doi.org/10.3102/0013189X018001032>
- Coan, J.A., & Allen, J.J. (2004). Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion. *Biological Psychology*, 67(1-2), 7-50. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.03.002>
- Craik, A., He, Y., & Contreras-Vidal, J.J. (2019). Deep learning for electroencephalogram (EEG) classification tasks: A review. *Journal of Neural Engineering*, 16(3). <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ab0ab5>
- Dikker, S., Haegens, S., Bevilacqua, D., Davidesco, I., Wan, L., Kaggan, L., Mcclintock, J., Chaloner, K., Ding, M., West, T., & Poeppel, D. (2020). Morning brain: Real-world neural evidence that high school class times matter. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(11), 1193-1202. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa142>
- Dikker, S., Wan, L., Davidesco, I., Kaggan, L., Oostrik, M., Mcclintock, J., Rowland, J., Michalareas, G., Van Bavel, J.J., Ding, M., & Poeppel, D. (2017). Brain-to-brain synchrony tracks real-world dynamic group interactions in the classroom. *Current Biology*, 27(9), 1375-80. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.002>
- Glaser, B., & Strauss, A. (2006). *The discovery of grounded theory*. Aldine Transaction.
- Grammer, J.K., Xu, K., & Lenartowicz, A. (2021). Effects of context on the neural correlates of attention in a college classroom. *NPI science of learning*, 6(1), 15-15. <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00094-8>
- Hajare, R., & Kadam, S. (2021). Comparative study analysis of practical EEG sensors in medical diagnoses. *Global Transitions Proceedings*, 2, 467-475. <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2021.08.009>
- Howard-Jones, P.A., Varma, S., Ansari, D., Butterworth, B., De Smedt, B., Goswami, U., Laurillard, D., & Thomas, M.S.C. (2016). The principles and practices of educational neuroscience. *Psychological Review*, 123(5), 620-627. <https://doi.org/10.1037/rev0000036>
- Janssen, T.W.P., Grammer, J.K., Bleichner, M.G., Bulgarelli, C., Davidesco, I., Dikker, S., Jasi ska, K.K., Siugzdaitė, R., Vassena, E., Vatakis, A., Zion-Golumbic, E., & Van Atteveldt, N. (2021). Opportunities and Limitations of Mobile Neuroimaging Technologies in Educational Neuroscience. *Mind, Brain and Education*, 15(4), 354-370. <https://doi.org/10.1111/mbe.12302>
- Katzir, T., & Paré-Blagojev, J. (2006). Applying cognitive neuroscience research to education: The case of literacy. *Educational Psychologist*, 41(1), 53-74. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4101_6
- Khedher, A.B., Jraidi, I., & Frasson, C. (2019). Tracking students' mental engagement using EEG signals during an interaction with a virtual learning environment. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 11(1), 1-14. <https://doi.org/10.4236/jilsa.2019.111001>
- Krigolson, O.E., Williams, C.C., Norton, A., Hassall, C.D., & Colino, F.L. (2017). Choosing MUSE: Validation of a low-cost, portable EEG system for ERP research. *Frontiers in Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00109>
- Lau-Zhu, A., Lau, M.P.H., & Mcloughlin, G. (2019). Mobile EEG in research on neurodevelopmental disorders: Opportunities and challenges. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 36, 100635-100635. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2019.100635>
- Liu, Y., & Zhang, Y. (2021). Developing sustaining authentic partnership between MBE researchers and local schools. *Mind, Brain, and Education*, 15, 153-162. <https://doi.org/10.1111/mbe.12280>
- Mason, L. (2009). Bridging neuroscience and education: A two-way path is possible. *Cortex*, 45(4), 548-549. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.06.003>
- Matusz, P.J., Dikker, S., Huth, A.G., & Perrodin, C. (2019). Are we ready for real-world neuroscience. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 31(3), 327-338. https://doi.org/10.1162/jocn_e_01276
- Mcmahan, T., Parberry, I., & Parsons, T.D. (2015). Evaluating player task engagement and arousal using electroencephalography. *Procedia Manufacturing*, 3, 2303-2310. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.376>
- Pope, A.T., Bogart, E.H., & Bartolome, D.S. (1995). Biocybernetic system evaluates indices of operator engagement in automated task. *Biological Psychology*, 40(1-2), 5116-5119. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(95\)05116-3](https://doi.org/10.1016/0301-0511(95)05116-3)
- Rose, N., & Abi-Rached, J. (2014). Governing through the brain: Neuropolitics, neuroscience and subjectivity. *The Cambridge Journal of Anthropology*, 32(1), 3-23. <https://doi.org/10.3167/ca.2014.320102>
- Shad, E.H.T., Molinas, M., & Ytterdal, T. (2020). Impedance and noise of passive and active dry EEG electrodes: a review. *IEEE Sensors Journal*, 20(24), 14565-14577. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3012394>
- Shamay-Tsoory, S.G., & Mendelsohn, A. (2019). Real-life neuroscience: An ecological approach to brain and behavior research. *Perspectives on Psychological Science*, 14(5), 841-859. <https://doi.org/10.1177/1745691619856350>
- Shkedi, A. (2004). Second-order theoretical analysis: A method for constructing theoretical explanation. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 17(5), 627-646. <https://doi.org/10.1080/0951839042000253630>

- Stake, R.E. (2010). *Qualitative research: Studying how things work*. Guilford Publications. <https://bit.ly/3J0mmNf>
- Vekety, B., Logemann, A., & Takacs, Z.K. (2022). Mindfulness practice with a brain-sensing device improved cognitive functioning of elementary school children: An exploratory pilot study. *Brain Sciences*, 12(1), 103-103. <https://doi.org/10.3390/brainsci12010103>
- Williams, N.S., McArthur, G.M., & Badcock, N.A. (2020a). 10 years of EPOC: A scoping review of Emotiv's portable EEG device. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.07.14.202085>
- Williams, N.S., McArthur, G.M., De-Wit, B., Ibrahim, G., & Badcock, N.A. (2020b). A validation of Emotiv EPOC Flex saline for EEG and ERP research. *PeerJ*, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9713>
- Williamson, B. (2018). Brain data: Scanning, scraping and sculpting the plastic learning brain through neurotechnology. *Postdigital Science and Education*, 1, 65-86. <https://doi.org/10.1007/s42438-018-0008-5>
- Xu, J., & Zhong, B. (2018). Review on portable EEG technology in educational research. *Computers in Human Behavior*, 81, 340-349. <https://doi.org/10.1111/mbe.12314>
- Xu, K., Torgimson, S.J., Torres, R., Lenartowicz, A., & Grammer, J.K. (2022). EEG data quality in real-world settings: Examining neural correlates of attention in school-aged children. *Mind, Brain, and Education*, 16(3), 221-227. <https://doi.org/https://doi.org.ponton.uva.es/10.1111/mbe.12314>
- Zerafa, R., Camilleri, T., Falzon, O., & Camilleri, K.P. (2018). A comparison of a broad range of EEG acquisition devices- is there any difference for SSVEP BCIs? *Brain-Computer Interfaces*, 5(4), 121-131. <https://doi.org/10.1080/2326263X.2018.1550710>



Aplicación de la neurotecnología en alumnado con TDA-H: Una revisión paraguas

Application of neurotechnology in students with ADHD: An umbrella review

- id** Dr. Antonio-R. Hidalgo-Muñoz. Profesor Contratado Doctor, Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Universidad de Salamanca (España) (arhidalgom@usal.es) (<https://orcid.org/0000-0002-0457-5114>)
- id** Dr. Daniel Acle-Vicente. Profesor Ayudante Doctor, Departamento de Sociología y Comunicación, Universidad de Salamanca (España) (dav@usal.es) (<https://orcid.org/0000-0003-3852-2384>)
- id** Alejandro García-Pérez. Doctorando, Departamento de Sociología y Comunicación, Universidad de Salamanca (España) (alejandrogp@usal.es) (<https://orcid.org/0009-0004-6753-7870>)
- id** Dra. Carmen Tabernero-Urbieta. Catedrática, Departamento de Psicología Social y Antropología, Universidad de Salamanca (España) (carmen.tabernero@usal.es) (<https://orcid.org/0000-0003-4338-7367>)

RESUMEN

En la actualidad, las aulas experimentan un incremento del número de menores escolarizados con un diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDA-H). Numerosos estudios proponen, como alternativa a la medicación, la implementación de diferentes neurotecnologías en el aula para mejorar la sintomatología y favorecer las capacidades cognitivas de los escolares con dicho diagnóstico. La presente revisión sistemática persigue recopilar la evidencia científica que existe sobre la aplicación de estas técnicas, así como su implementación en el aula. Se realizó una revisión sistemática, siguiendo los estándares de rigor aceptados (PRISMA), incluyendo las revisiones sistemáticas en inglés o español, publicadas en revistas científicas, que aborden el TDA-H, apliquen alguna neurotecnología utilizada en esta población (neurofeedback, estimulación transcraneal (tDCS) o hiperescaneo) y que hagan referencia a la educación o a las aulas. Se retuvieron 14 revisiones sistemáticas, poniendo de manifiesto que el neurofeedback es la neurotecnología más utilizada, aunque su implementación real en el aula ha sido escasamente tratada o sólo lo ha sido con fines de evaluación de eficacia. En segundo lugar, aparece la tDCS con un enfoque más clínico, mientras que el hiperescaneo no aparece. A pesar de encontrar resultados experimentales prometedores, son necesarios estudios ecológicos que propongan la implantación efectiva de estas técnicas en los centros educativos; por otra parte, la apuesta por la neuroeducación conllevaría la aparición de nuevas figuras profesionales.

ABSTRACT

Currently, classrooms are experiencing an increase in the number of schoolchildren with a diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). Numerous studies propose, as an alternative to medication, the implementation of different neurotechnology in the classroom to improve the symptomatology and enhance the cognitive abilities of children with this diagnosis. This umbrella review aims to compile the scientific evidence that exists on the application of these techniques, as well as their implementation, in schools. A systematic review was carried out, following accepted recommendations (PRISMA), which included systematic reviews in English or Spanish, published in scientific journals, which deal with ADHD, apply some neurotechnology used in this population such as neurofeedback, transcranial stimulation (tDCS) or hyper scanning, and which refer to education or school. Fourteen systematic reviews were retained, which show that neurofeedback is the most widely used neurotechnology, although its actual implementation in school has been scarcely treated or only aimed to evaluate its efficacy. In second place, tDCS appears with a more clinical approach, while hyper scanning does not appear. Despite the promising experimental results, ecological studies proposing the effective implementation of these techniques in educational centers are necessary; on the other hand, the commitment to neuroeducation would entail the emergence of new professional figures.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Estimulación cognitiva, hiperescaneo, neuroeducación, neurociencia, neurofeedback, TDA-H.
Cognitive stimulation, hyper scanning, neuroeducation, neuroscience, neurofeedback, ADHD.



1. Introducción y estado de la cuestión

Los avances en neurociencia y neurotecnología parecen estar reconfigurando el enfoque de viejas disciplinas. En el campo de la educación, la neurociencia está aportando una base científica a los nuevos modelos pedagógicos que afectan a todas las dimensiones del quehacer educativo: desde las metodologías activas hasta los sistemas de evaluación, pasando por los nuevos recursos didácticos o los modelos de innovación (Coch & Daniel, 2020). En este nuevo escenario, el foco no se centra únicamente en lo que el docente debe enseñar, sino en cómo debe hacerlo para que el alumno pueda aprender. Este giro no es casual, responde a la necesidad de cumplir con la Agenda 2030, entre cuyos objetivos se encuentra la Educación de calidad (ODS 4), que pretende reducir el abandono escolar temprano a un 9%.

En España, en la última década, ha habido una tendencia descendente del abandono escolar, reduciéndose casi a la mitad (49,3%) (INE). Sin embargo, aún estamos lejos de alcanzar el objetivo deseado: en 2021 el porcentaje de abandono temprano ha sido del 13,3% (INE). El reto continúa siendo crear una escuela inclusiva, que sea capaz de atender a la diversidad del aula en todos los niveles, desde las desigualdades sociales hasta los alumnos con necesidades educativas especiales (Márquez & Indarramendi, 2022). Los trastornos del desarrollo constituyen uno de los primeros aspectos no académicos del abandono escolar temprano (González-Rodríguez et al., 2019), por lo que abordar el TDA-H mediante nuevas estrategias puede ayudar a reducir la tasa.

Actualmente, el TDA-H comprende un 50% del volumen de las consultas en psiquiatría infantil y en el 70% de los casos se da comorbilidad con otros trastornos (Rusca-Jordán & Cortez-Vergara, 2020). La prevalencia de este trastorno a nivel mundial es del 5,9% en jóvenes de todo el mundo (Francés et al., 2022), mostrándose evidencia de síntomas probables de TDA-H entre los 4 y 6 años en el 5,4% de la población infantil española (Cerrillo-Urbina et al., 2018). Por ello, es importante avanzar en los tratamientos que mejoren la calidad de vida de estos menores y que les permitan lograr una mejor adaptación a su entorno, lo que implica la necesidad de plantear nuevos abordajes dentro de las aulas.

El TDA-H se define como un patrón persistente de inatención o hiperactividad-impulsividad que interfiere con el funcionamiento o el desarrollo durante un periodo superior a seis meses y que se caracteriza por tres síntomas nucleares: inatención, hiperactividad e impulsividad. Además, los síntomas se presentan antes de los 12 años, se manifiestan en dos o más contextos e interfieren con el funcionamiento social, académico, laboral o reducen la calidad de vida; e igualmente no pueden ser explicados por otro trastorno, como, por ejemplo, el trastorno negativista desafiante (5th ed.; DSM-5; 2013).

Las personas que presentan TDA-H tienen dificultades para atender a determinados estímulos, planificar y organizar una acción, reflexionar sobre sus posibles consecuencias o inhibir la primera respuesta automática para cambiarla por otra más apropiada (Rusca-Jordán & Cortez-Vergara, 2020). A su vez, la motivación, la introspección y la autoconsciencia también están afectadas, así como el reconocimiento y la regulación de emociones, que se manifiesta en problemas internalizantes (Sjöwall et al., 2013), lo que puede conllevar un retraimiento social. Aunque a medida que la persona se va desarrollando, la hiperactividad e impulsividad disminuyen (Rusca-Jordán & Cortez-Vergara, 2020), algunos síntomas persisten en la edad adulta, incluyendo otras manifestaciones psicológicas como el sentimiento de frustración y la vergüenza (Weinstein, 1994). Esto se debe, en gran parte, a los cambios cognitivos y emocionales que ocurren tras la pubertad, a la maduración y consolidación de las conexiones neuronales del córtex prefrontal, área de especial importancia para las funciones ejecutivas como el razonamiento y el control de impulsos (Nigg, 2017).

Según Quintero y Castaño-de-la-Mota (2014: 602), «el TDA-H es un trastorno de etiopatogenia heterogénea, multifactorial y compleja, en el que una serie de vulnerabilidades biológicas interactúan entre sí y con factores ambientales». Los mismos autores defenderán que los factores genéticos tienen un importante peso en la aparición del trastorno, con una heredabilidad en torno al 75%. Recientemente, una de las teorías que tratan de explicar la etiología del TDA-H afirma que el córtex prefrontal sufre un retraso madurativo y, debido a ello, las funciones ejecutivas y el control inhibitorio se ven afectadas. Sin embargo, nuevos hallazgos respaldan la importancia de los rasgos del «Callous Unemotional» (CU) lo que conlleva niveles más bajos de culpa y empatía (Graziano et al., 2017). Es este origen neuroanatómico el que marca la pertinencia de implementar la neurotecnología, no sólo para la mejora de un diagnóstico,

cuya delimitación es controvertida, sino para paliar algunos de los síntomas, mejorar ciertas capacidades cognitivas o monitorizar el sustrato anatómico-funcional de ciertas habilidades sociales.

Para abordar el tema realizamos un repaso de las principales opciones que se presentan actualmente: el neurofeedback, la estimulación transcraneal y el hiperescaneo. Cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes a la hora de implementarse en el aula.

1.1. Neurofeedback

La técnica que antes comenzó a emplearse, datada de la década de los 70 del siglo XX (Arns et al., 2014) y que motivó posiblemente la profundización en otras neurotecnologías con aplicaciones sobre TDA-H, fue el neurofeedback. Esencialmente, el neurofeedback, basado principalmente en registros electroencefalográficos (EEG) sobre diferentes frecuencias, es «una técnica de autorregulación que utiliza una interfaz cerebro-ordenador (BCI) para influir en los procesos de plasticidad neural y eficiencia neuronal. La neuroregulación se lleva a cabo proporcionando al individuo información sobre la actividad eléctrica del cerebro» (Cannon, 2015). Se podría decir que la persona, mediante un entrenamiento, y gracias al condicionamiento operante, aprende a modificar la actividad cerebral cuando la interfaz le avisa de que su actividad cerebral no es la adecuada. Sin entrar en los criterios para la calificación de una actividad cerebral como adecuada o no, lo que nos incumbe es que resulta ser una técnica prometedora para tratar el TDA-H que se aplica en la actualidad y que ha recibido mucha atención por parte de los investigadores.

En ciertos estudios científicos han tenido en cuenta el aspecto académico. En 2013, Meisel et al. (2014) llevaron a cabo el primer ensayo aleatorizado con seguimiento a seis meses en el que se comparaba la eficacia del neurofeedback frente al tratamiento farmacológico habitual y encontraron una reducción similar con ambos procedimientos, atendiendo a los síntomas funcionales declarados por los padres, pero con una eficacia mayor por parte del grupo de neurofeedback en el caso del rendimiento académico. Por otro lado, Sudnawa et al. (2018), en un estudio realizado sobre cuarenta menores concluyen que es una técnica prometedora, aunque la mejoría fuera estadísticamente apreciable solo en el caso de informes de profesores y no de progenitores. Kuznetsova et al. (2022) señalan que, aunque la técnica sea efectiva en casos de aprendizaje, no parece igual de robusta respecto a la eficacia para reducir los síntomas propios del TDA-H.

1.2. Estimulación eléctrica transcraneal (tDCS)

La estimulación neuronal mediante corrientes electromagnéticas es una de las técnicas que se presenta también como terapia complementaria o alternativa a los fármacos para paliar dificultades cognitivas o favorecer tareas de aprendizaje en poblaciones afectadas por trastornos neurológicos (Camacho-Conde et al., 2022).

Existen diversas modalidades que permiten dicha estimulación de forma más o menos invasiva y numerosas investigaciones se centran en los parámetros técnicos de las intervenciones para optimizar los resultados. Entre otros, se ha puesto de manifiesto su utilidad en el caso del TDA-H para conseguir una disminución de los síntomas (Salehinejad et al., 2020) o favorecer el rendimiento de jóvenes en aspectos cognitivos y conductuales tales como el procesamiento de la información o el control inhibitorio (Nejati et al., 2022), que constituyen aspectos claves en el contexto educativo para evitar el fracaso escolar.

En el caso de la estimulación transcraneal con corriente directa (tDCS), se ha verificado ampliamente su inocuidad en personas sanas, poblaciones vulnerables y también en TDA-H (Salehinejad et al., 2020). Existen resultados prometedores en tareas relacionadas con el aprendizaje (Schlechter et al., 2023) que, junto con la evidencia sobre la mejora en ciertas capacidades atencionales en TDA-H, hacen de la técnica una opción interesante si el objetivo es mejorar la ejecución de determinadas tareas intelectuales o incluso físicas.

1.3. Hiperescaneo fNIRS

En multitud de ocasiones, el aprendizaje y la buena dinámica en el aula no dependen únicamente, ni siquiera en mayor medida, de las capacidades cognitivas de los alumnos, sino también de las interacciones sociales que se dan entre los agentes que participan del proceso, en este caso, el alumnado y el docente. Por

tanto, parece razonable interesarse, desde el punto de vista de la neurotecnología, por las posibilidades que esta técnica ofrece a la hora de medir, calibrar o interpretar la coherencia entre los individuos en diversos sentidos, incluyendo la de su actividad cerebral.

Como podría decirse de manera coloquial, se trata de comprobar si las personas «están en la misma onda» mediante los registros neurofisiológicos de varias personas simultáneamente, lo que se conoce como hiperescaneo y que se ha empleado en el estudio de diferentes interacciones sociales reales, aunque el contexto educativo no haya recibido una atención prioritaria, según la revisión realizada por Nam et al. (2020). La pertinencia de utilizar la sincronía neural entre sujetos como predictor de los resultados satisfactorios de aprendizaje para distintos tipos de tareas ha sido analizada por Zhang et al. (2022), en cuyo meta-análisis concluyen que existe una relación positiva entre dicha sincronía y los buenos resultados, lo que motiva, por tanto, su implementación en el ámbito académico.

Otros ejemplos interesantes se encuentran tanto en el estudio de Lu et al. (2021), que sugiere que existe una mayor sincronía cerebral entre sujetos que intercambian información y comparten ideas, que a su vez dependería del contexto de diversidad educativa en la que se vean inmersos; como en la investigación de Liu et al. (2019), donde analizan la efectividad de la comunicación entre profesores y alumnos mediante hiperescaneo y la técnica que nos ocupa en esta sección.

Una de las técnicas recientes que está aportando luz sobre sincronía inter-sujeto es la espectroscopia de infrarrojo próximo (fNIRS), que supera en ciertos aspectos prácticos, como son la robustez ante los artefactos de movimiento o la flexibilidad para la concepción de diseños experimentales (Janssen et al., 2021) al incuestionable legado del EEG.

La fNIRS está siendo aplicada con éxito en TDA-H (Gossé et al., 2021) sobre aspectos fundamentales de psicología básica con tareas clásicas como Go/no Go, Stroop y Oddball, gracias a las que se ha corroborado una hipoactivación de la región prefrontal derecha en TDA-H en procesos cognitivos elementales. En el caso concreto del hiperescaneo, la fNIRS se ha estudiado en muestras implicadas en la atención, que tan afectada se ve por el TDA-H, y en poblaciones neurodiversas como las personas afectadas por trastornos del espectro autista (Kruppa et al., 2021).

2. Metodología

2.1. Pregunta de investigación y objetivos

El presente estudio se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿existe evidencia científica de la eficacia de la neurotecnología como complemento en la intervención educativa del alumnado con TDA-H? A partir de esta cuestión se plantean como objetivos de la presente revisión:

- Recopilar todas aquellas revisiones que incorporen las neurotecnologías empleadas para reducir la sintomatología del TDA-H en el contexto educativo.
- Comprobar la viabilidad de la aplicación de la neurotecnología en las aulas dirigida a alumnado con TDA-H.
- Proponer la necesidad de formación para los actores del ámbito educativo sobre la implementación práctica de la neurotecnología en el aula.

2.2. Estrategia de búsqueda

Para la consecución de la presente revisión, se han tenido en cuenta las recomendaciones PRISMA (versión 2020) para la realización de revisiones sistemáticas (Page et al., 2021), así como el método propuesto por Smith et al. (2011) para el caso concreto de revisiones sistemáticas de las revisiones sistemáticas ya existentes, también conocidas como revisiones paraguas.

La estrategia de búsqueda comenzó identificando las palabras clave o descriptores relacionados con el empleo de neurotecnología en TDA-H en las aulas, configurando la siguiente ecuación de búsqueda: (ADHD OR TDA-H OR attentional deficit hyperactivity) AND (neurofeedback OR hyperscanning OR tDCS) AND (school OR classroom OR education). Dicha ecuación contiene los apartados relevantes de nuestro objetivo.

Se llevó a cabo independientemente por dos investigadores en las bases de datos Web of Science, Scopus además de APA PsycArticles, APA PsycInfo, APA PsycTherapy, ERIC, MEDLINE, así como la

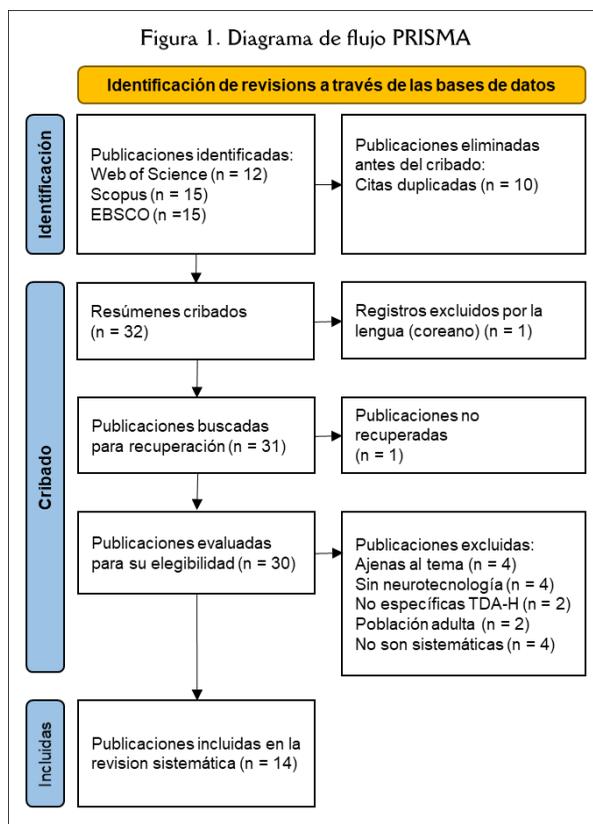
base de datos española PSICODOC, que fueron accedidas a través de EBSCO (Figura 1). Las bases de datos utilizadas en nuestra búsqueda aportan los resultados más significativos en el contexto educativo (p. ej., Hurtado-Parrado et al., 2022).

A continuación, se realizó la selección de revisiones sistemáticas teniendo como criterios de inclusión: 1) calificación como artículo o capítulos de libro de revisiones sistemáticas por parte de la base de datos (se descartaron los libros, las contribuciones a congresos y los informes), 2) lengua inglesa o española, 3) cualquier rango de fechas de publicación, 4) estudio sobre población infantil o adolescente con TDAH, 5) que incluya el contexto escolar, 6) presentación de intervenciones basadas en neurotecnologías.

En cuanto a criterios de exclusión se tuvieron en cuenta: 1) revisiones narrativas, 2) que no incluyan al menos una mención a alguna de las tres técnicas de neurotecnologías indicadas, 3) que se basen exclusivamente en resultados sobre población adulta, 4) que no sean específicas de TDA-H, aunque lo incluya como formando parte de otros trastornos del aprendizaje o que lo presente con comorbilidades importantes de otros trastornos (TIC, etc.).

3. Resultados

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo y el número de revisiones retenidas y rechazadas. Un total de 14 revisiones sistemáticas han sido seleccionadas.



En las Tablas 1 y 2 se recopila la información básica de cada revisión sobre neurofeedback (NF) y estimulación transcranial (tDCS), respectivamente. Cuando es posible, se indica entre paréntesis el número de estudios de cada revisión que tratan cada uno de los aspectos que se mencionan en la tabla: estudios en los que se incluyen informes de los profesores o en los que se emplea alguna neurotecnología.

Son de estos últimos casos de los que se exponen las conclusiones, en cuyo apartado se priorizan las conclusiones extraídas por informes de los profesores o gracias a cuestionarios de rendimiento académico. Si no existen tales medidas, se indica si existe mejora de los síntomas u otros aspectos.

Tabla 1. Revisiones sistemáticas retenidas donde aparece Neurofeedback					
Selección a partir de Web of Science, Scopus, PsyArticles, Psycoc, PsyInfo, ERIC, MEDLINE					
Autores y año	Nº estudios	Técnica utilizada	Informe de profesores o medida académica	Aplicación en el aula	Conclusión principal sobre: 1) rendimiento/comportamiento escolar, 2) síntomas o 3) otros aspectos.
Che et al. (2021)	83	NF (n=23)	No incluido	No se menciona	NF muestra mejoras en atención, pero tiene menos aceptabilidad que otras técnicas como la meditación.
Evans et al. (2014)	21 (criterios EBT)	NF (n=1)	Síntomas SDQ, ODD, Agresión	Solo evaluación comportamiento	El entrenamiento con NF cumplió con los criterios para el Nivel 3 (posiblemente eficaz).
Goode et al. (2018)	54	NF (n=3)	Síntomas (n=1)	No se menciona	Valoración inconcluyente en cuanto a la mejora académica con NF.
Guan-Lim et al. (2020)	15	NF (n=4)	No incluido	Se menciona	Necesidad de más estudios de calidad para concluir los efectos de NF a largo plazo.
Hodgson et al. (2014)	14	NF	CTRS (n=1)	No se menciona	NF muestra una mejora de los síntomas y puede considerarse una intervención basada en la evidencia.
Moreno-García et al. (2022)	67 ECA	NF	Síntomas CTRS	Evaluación Implementación	Se reportan beneficios del NF y mejora significativa de síntomas en caso de NF implementado en colegios en un estudio.
Patil et al. (2022)	21 (14 en TDA-H infantil)	NF (n=21)	Síntomas (n=1)	Solo evaluación comportamiento	Mejora de los síntomas según los profesores, mayor correlación en atención. Pequeño o medio efecto en hiperactividad e impulsividad.
Razoki (2018)	8 ECA	NF (n=8)	Síntomas (n=5)	Solo evaluación comportamiento	No hay diferencias en informes de profesorado, aunque sí en los parentales.
Sibley (2014)	17 EC	NF (n=1)	Síntomas CRS (n=1)	Solo evaluación comportamiento	No se han puesto en evidencia diferencias significativas en el estudio que utiliza NF.
Van-Doren et al. (2019)	10 ECA	NF (n=10)	Síntomas	Solo evaluación comportamiento	Diferencia moderada inmediata y a medio plazo en Hiperactividad e Impulsividad y grande en Inatención.
Willis et al. (2011)	14 (Exp y QExp)	NF (n=14)	Síntomas (n=4)	Solo evaluación comportamiento	Mejor comportamiento según los profesores en uno de los 4 estudios que incluyen su evaluación.

Nota. CRS: Conners Rating Scale (Escala de valoración de Conners); CTRS: Conners Teacher Rating Scale (Escala de valoración del profesorado de Conners); EC: Ensayo controlado; ECA: Ensayo controlado aleatorizado; EBT: Evidence Based Treatments (Tratamientos basados en la evidencia); Exp: Estudio experimental; QExp: Estudio cuasi-experimental; NF: Neurofeedback (Neuroretroalimentación); SDQ: Strengths and Difficulties Questionnaire (Cuestionario de fortalezas y debilidades); ODD: oppositional defiant disorder (trastorno negativista desafiante).

Acorde a los trabajos seleccionados, aunque el centro escolar parece un buen contexto para evaluar la eficacia de la intervención, en ningún caso se implementa la técnica en el mismo. Ni siquiera en todos los casos se incorporan los informes de los profesores, y cuando lo hacen, no siempre su criterio es el mismo que el de los progenitores, prefiriéndose el informe del profesorado por ser habitualmente una evaluación ciega (Razoki, 2018). En la mayoría de los casos, los cuestionarios de evaluación del comportamiento que se emplean en el aula están basados en la medida de la sintomatología (RS-IV, CRC) y rara vez aparecen otras medidas cognitivas en dicho contexto.

Tabla 2. Revisiones sistemáticas retenidas donde aparece la tDCS					
Selección a partir de Web of Science, Scopus, PsyArticles, Psycoc, PsyInfo, ERIC, MEDLINE					
Autores y año	Nº estudios	Técnica utilizada	Informe de profesores o medida académica	Aplicación en el aula	Conclusión principal sobre: 1) rendimiento/comportamiento escolar, 2) síntomas o 3) otros aspectos
Brauer et al. (2021)	13 ECA	tDCS (n=13)	No incluido	No se menciona	Efecto inmediato de tDCS en Inatención e Impulsividad, y a largo plazo en hiperactividad.
Cosmo et al. (2020)	11 (6 en TDA-H infantil)	tDCS (n=11)	No incluido	No se menciona	Eficacia variable de tDCS dependiendo del protocolo utilizado y validación como técnica segura.
Rubio et al. (2016)	18 (8 en TDA-H infantil)	tDCS tMS	No incluido	No se menciona	La eficacia de tDCS depende de la localización y protocolo de estimulación, presenta mejora asociada con otras técnicas cognitivas. La tMS repetida reduce síntomas durante semanas.

Nota. ECA: Ensayo controlado aleatorizado; tDCS: Estimulación eléctrica transcraneal; tMS: Estimulación magnética transcraneal.

En cuanto a las técnicas, no ha sido hallada ninguna revisión que trate sobre el procedimiento de hiperescaneo en tal población, a pesar de que no se detalló ningún tipo de técnica, y no suelen compararse diversas técnicas de neurotecnología, existiendo un mayor número de revisiones que tratan sobre NF y lo comparan con otros tratamientos farmacológicos o no farmacológicos. En ocasiones, NF se considera dentro de la categoría de estimulación cognitiva (Sibley et al., 2014).

4. Discusión

Basándonos en la evidencia empírica extraída de las revisiones retenidas, el neurofeedback es la técnica que más aparece en las revisiones sistemáticas sobre tratamientos no farmacológicos y tratamientos alternativos al enfoque psicosocial en TDA-H cuando se incluyen los descriptores asociados a las aulas. Sin embargo, su viabilidad y eficacia en contextos educativos ha sido escasamente reportada. Un ejemplo donde se tiene en cuenta es la revisión realizada por Patil et al. (2022), la cual sugiere ciertos aspectos a tener en cuenta para la implementación práctica del neurofeedback para poblaciones con TDA-H, como es el coste de la personalización de los aparatos. Anteriormente, esta cuestión fue tratada por Krell et al. (2019), que señalaban factores importantes como la optimización de horarios y protocolos y la necesidad de un análisis de factores mediadores pre-intervención que comprometan la validez externa sobre los beneficios esperados en atención sostenida. En 2014, Steiner et al. analizaron la eficacia de un entrenamiento llevado a cabo en un colegio. Estos autores propusieron intervenciones de entrenamiento de 45 minutos tres veces a la semana durante cinco meses, lo que implicó unas 50 sesiones, que fueron llevadas a cabo por un técnico investigador. Como resultado de estas intervenciones, donde se realizaban tareas para estimular diferentes procesos cognitivos, se obtuvo una mejoría de los síntomas, según el informe de los progenitores, hasta seis meses después.

Recientemente, la tecnología nos propone nuevas opciones que facilitan la incorporación del neurofeedback en dispositivos móviles, accesibles y poco llamativos (Antle et al., 2019) lo que permite su utilización en diversas situaciones y contextos mediante App; un modelo que puede recordar a las cada vez más instauradas intervenciones mHealth. Por otro lado, la ética relacionada con esta técnica dispone de un cierto colchón de experiencia que evidencia la inocuidad de la misma, ya que no se trata en ningún caso de estimular el cerebro, sino de una monitorización en tiempo real, lo que muestra una ventaja frente a los potenciales efectos adversos que pueden acarrear los fármacos.

En significativa menor medida, aparece la neurotecnología basada en la tDCS. Acorde a la revisión realizada, en general, los estudios sobre su eficacia muestran una mejora de los síntomas de TDA-H (Cosmo et al., 2020), aunque su reproducibilidad queda comprometida por la variabilidad inter-sujeto o depende de condiciones de aplicación específicas, influyendo de manera distinta sobre el control inhibitorio, la hiperactividad o el déficit de atención. Sin embargo, a pesar de la estrecha relación entre las capacidades cognitivas y la educación, donde se podría encontrar un campo de aplicación pertinente, la mayoría de los estudios se han llevado a cabo con protocolos clínicos o en entornos controlados de laboratorio, encontrándose poca evidencia de la viabilidad en entornos académicos ecológicos o situaciones reales en colegios. En algunos casos, se justifica que el entorno natural de un aula sería demasiado complejo para poder extraer conclusiones fiables, como se discute en el estudio de Siciliano et al. (2016), centrado en el caso particular del aprendizaje de una lengua extranjera, donde se sugiere que el exceso de estímulos distractores disminuiría su eficiencia. Por otro lado, la personalización requerida en los procedimientos, los ajustes de intervención requerida en población infanto-juvenil, señalada por Salehinejad et al. (2020) y la sensibilidad de la eficacia dependiendo del número de sesiones (Cosmo et al., 2020) no la hacen hasta el momento fácilmente manipulable por personal docente ni por los usuarios para determinar las condiciones de aplicación, lo cual muestra la necesidad de personal cualificado para su utilización. Además, la mención a métodos invasivos puede hacer que los usuarios sean reacios a su empleo, sobre todo en el caso de TDA-H, donde aún no existe consenso sobre el posible sobrediagnóstico.

Actualmente, existe una gran variedad de dispositivos para aplicar tDCS¹, relativamente asequibles a nivel económico, que favorecen una portabilidad sencilla, son inalámbricos y presentan diseños ergonómicos que permiten una libertad de movimiento que no interferiría con las tareas que se suelen realizar en un aula durante cualquier actividad docente. Gracias a recientes estudios sobre la eficacia de la tDCS donde se tiene en cuenta la heterogeneidad de los usuarios de TDA-H (Lipka et al., 2021), se dota de una importante validez externa a sus resultados, cuestión de particular relevancia para potenciales aplicaciones reales en las aulas, donde el perfil de estudiantes es diverso y supone una amenaza a dicha validez. Quedan por solventar las amenazas a la validez interna que surgen como consecuencia de la presencia de variables parásitas ligadas a las características contextuales del aula, además de ciertos

cuestionamientos éticos que impiden incluso su experimentación en dicha situación: «La necesidad de proteger a los grupos vulnerables en general y a los niños en particular en la investigación a veces puede conducir a un círculo vicioso: por muchos tratamientos que se realicen, no existe evidencia para establecer inicialmente, por ejemplo, umbrales de seguridad relevantes» (Sierawska et al., 2019: 3).

En lo referente al hiperescaneo con la fNIRS, después de la revisión paraguas realizada, la combinación de descriptores no arroja ningún resultado, sugiriendo un campo de investigación bastante inexplorado. En cualquier caso, la transferencia de los estudios sobre hiperescaneo en general (Dikker et al., 2017), o fNIRS en particular, al contexto real de un aula ha sido planteada por algunos investigadores. No es fácil encontrar artículos donde se realicen propuestas concretas, ya que habitualmente se centran fundamentalmente en la divulgación de la técnica, el bagaje experimental o en presentar las bases de funcionamiento a los educadores, como el trabajo de Barreto y Soltanlou (2022). En este punto, podemos citar el trabajo de Brockington et al. (2018), que realizan tres experimentos de una alta validez ecológica respecto a otros estudios de laboratorio, puesto que se presentan situaciones próximas a las situaciones en las aulas, que además tratan aspectos claves relacionados con el TDA-H, como son la interacción con el profesor, la atención grupal y la atención durante la lectura.

En todos los casos, la implementación satisfactoria del hiperescaneo en situaciones reales en el aula pasaría ante todo por la programación de potentes algoritmos que permitan la obtención de parámetros fiables a partir de las señales hemodinámicas derivadas de la actividad neuronal y, en este sentido, se han realizado cuantiosas contribuciones. Por otro lado, y no menos importante, hay que tener en cuenta que actualmente el equipamiento de la fNIRS no siempre resulta confortable y existe una restricción temporal considerable, que no permitiría una monitorización durante sesiones de larga duración, sino más bien durante momentos puntuales para obtener un diagnóstico de una situación concreta a partir de pocas muestras. En el caso particular del alumnado afectado con TDA-H, habría que añadir como dificultad las propias características inherentes a esta población, que pueden hacerles proclives a fatigarse más rápidamente y para los que el montaje de la intervención podría suponer una distracción adicional, además de que quedaría por definir quién formaría parte de los grupos que participen del hiperescaneo.

5. Propuesta para la transferencia del uso de la neurotecnología en TDA-H a los centros educativos

Además de los aspectos técnicos, económicos o funcionales ligados a cada una de las técnicas presentadas y el aparataje necesario, hay cuestiones ligadas a recursos humanos que son igualmente importantes a tener en cuenta. Gestionar adecuadamente la atención a alumnos con necesidades especiales es quizá el mayor de los retos al que se enfrenta actualmente el docente. Articular distintas velocidades de aprendizaje es un excelente ejemplo de las dificultades que entraña.

Desde las instituciones se establecen ratios de alumnos con necesidades especiales, con el fin de que los centros y las aulas no sufran desequilibrios de atención. En el caso de España, el modelo funciona con ratios bajas (2,9% para Educación Primaria y 3% para ESO, en 2019-2020), entendiéndose que con las indicaciones y el apoyo del departamento de orientación que recibe el profesorado es suficiente para atender a este alumnado (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2021). Ahora bien, estas ratios se aplican a trastornos del espectro autista, pero no a los alumnos con TDA-H, lo que puede implicar un porcentaje mayor de alumnado con este diagnóstico.

Cabría preguntarse: ¿cómo percibe el profesorado a los alumnos con TDA-H?, ¿es capaz de valorar la realidad del trastorno que padecen? Para responder afirmativamente, se hará imprescindible que el personal docente tenga información sobre el TDA-H. No se trata de que sea un experto, pero sí debe saber en qué consiste este trastorno. Soroa et al. (2016) concluyen que el nivel de conocimiento del profesorado sobre el TDA-H es bajo o moderado.

Frecuentemente, el profesorado identifica al alumnado con TDA-H como «movido», «inquieto» o incluso «conflictivo». ¿Acaso sabe el profesorado que ese alumnado tiene ciertas características anatómico-cerebrales diferentes a las de sus compañeros? Si no se conocen estas cuestiones, difícilmente se puede encontrar la coherencia necesaria para realizar tanto las adaptaciones curriculares pertinentes, como implementar neurotecnologías cuya fundamentación radica en los hallazgos de la neurociencia. Por lo tanto, la neuroeducación es esencial para avanzar en el conocimiento de la neurodiversidad. Toda esta

realidad apunta a la necesidad de una mayor formación para el profesorado en las bases neuropsicológicas del aprendizaje (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023).

Con ese objetivo, nuestra propuesta es crear un proyecto piloto con una figura de formación interdisciplinar, procedente del campo de la neurociencia y con un conocimiento profundo de la realidad educativa y de sus actores: alumnado, familias y profesorado, así como los tiempos y dinámicas educativas de los centros: «una clase de profesionales, especialmente capacitados, cuyo papel sería guiar la introducción de la neurociencia cognitiva en la práctica educativa de una manera sensata y ética» (Leisman, 2023: 3).

Esta figura cubrirá dos necesidades. En primer lugar, dar cursos de formación en los centros sobre cuestiones de neuroeducación. Ello permitirá no sólo explicar los hallazgos de la neurociencia aplicados a las nuevas formas pedagógicas de enseñanza-aprendizaje mediante procesos de metacognición, sino también entender la realidad de los alumnos con necesidades especiales y las posibles estrategias pedagógicas susceptibles de ser implementadas (Gavin et al., 2023). Por otra parte, la finalidad de estas charlas es la de combatir aspectos tan importantes como los neuromitos o los estigmas de determinados trastornos, como el TDA-H. Impartir estos cursos de formación a profesores, familias y alumnos es esencial, pues es la única manera de articular la intervención de forma transversal.

En segundo lugar, esta figura puede ser fundamental para implementar nuevas técnicas en el aula procedentes del campo de la neurotecnología, siempre que las mismas respeten los principios básicos de la neuroética (Simoes & Nogaro, 2019). La puesta en marcha de estas pruebas exige un conocimiento dual, de las técnicas neurocientíficas y su impacto en los niños a los que se les aplique, así como de la realidad del entorno educativo en su totalidad. No se trata únicamente de saber aplicar una determinada técnica, sino que habrá que realizar un trabajo de información previo a profesores, alumnos y familias sobre la aplicación, el impacto y los beneficios que esta técnica comporta. Sólo de esta manera podremos implementar con éxito la neurotecnología en las aulas. Sin dicho proceso de información se podría incurrir en problemas básicos, como el aumento de la estigmatización de estos alumnos, con las cuestiones éticas asociadas que ello implica, o el rechazo de dichas técnicas.

En cuanto a las técnicas que podrían implementarse actualmente en el aula, la revisión paraguas realizada aporta información relevante al respecto. De las tres técnicas, entendemos que la única susceptible de ser implementada en la actualidad es el neurofeedback, pues no sólo no es invasiva, sino que es la que más desarrollo ha tenido en el ámbito clínico y, por tanto, la más testada, con resultados muy favorables para personas con TDA-H. Además, el dispositivo es discreto, lo que permite evitar estigmas e introducir la neurotecnología de forma discreta en el entorno escolar. Finalmente, su fácil manejo permite que el alumno sea autónomo, sin implicaciones directas para el profesorado.

La segunda técnica con mayor impacto en la revisión ha sido la estimulación eléctrica transcraneal, sin embargo, entendemos que esta técnica aún no se encuentra en una fase de desarrollo suficiente como para ser implementada en el aula. Varias razones así lo avalan: en primer lugar, se trata de una técnica que posee variables de aplicación (edad, tiempo de aplicación, etc.) aún por matizar. En segundo lugar, el aparataje que exige esta técnica, a pesar de estar muy simplificado, puede aumentar el estigma entre los compañeros. En tercer lugar, exige un nivel de monitorización que no puede asumir el profesor. Entendemos, por tanto, que es necesario que la aplicación de esta técnica esté más desarrollada en el ámbito clínico y sea más simplificada su aplicación en el entorno escolar, el cual debe estar más familiarizado con la neurotecnología y con el TDA-H, antes de implementar esta técnica.

Finalmente, podemos destacar algunas limitaciones de la revisión realizada, dado que las bases de datos utilizadas recogen casi exclusivamente resultados significativos de las intervenciones, las revisiones sistemáticas adolecen de señalar intervenciones no eficaces. Además, las revistas pueden sufrir un sesgo de publicación en el que dejen al margen la inclusión de nuevos abordajes o métodos. Un ejemplo de ello puede ser el hiperescaneo (fNIRS), que a pesar de ser una técnica no invasiva y de resultados prometedores, no está recogida en la revisión realizada, lo que indica una falta evidente de datos al respecto.

Consideramos, por tanto, que la implementación de la neurotecnología en el ámbito escolar se debe escalonar en dos fases. Una primera fase de información en la que participen los tres actores del ámbito

educativo (alumnado, docentes y familias); y una segunda fase de implementación de las técnicas, en la que actualmente sólo el neurofeedback cumple con los requisitos pertinentes. La necesidad de implementar este tipo de propuestas en el aula se hace evidente cuando se compara con otros sectores, como en la publicidad o la creación de contenidos audiovisuales que recurren a los hallazgos de la neurociencia para mejorar su eficacia (Ferrés & Masanet, 2017).

Notas

¹<https://www.tdcs.com>.

Contribución de Autores

Idea, A.R.H.M., C.T.U; Revisión de literatura (estado del arte), A.R.H.M., D.A.V., A.G.P., C.T.U; Metodología, A.R.H.M., D.A.V; Análisis de datos, A.R.H.M., D.A.V., A.G.P; Resultados, A.R.H.M., C.T; Discusión y conclusiones, A.R.H.M., C.T; Redacción (borrador original), A.R.H.M., D.A.V., A.G.P; Revisiones finales, A.R.H.M., C.T; Diseño del Proyecto y patrocinios, A.R.H.M., C.T.

Apoyos

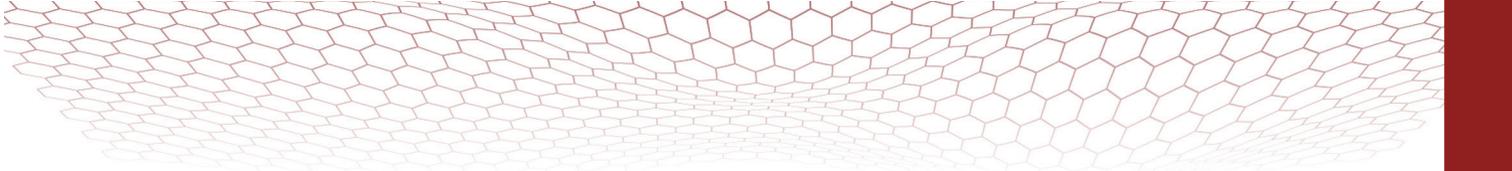
Grupos de Investigación Reconocidos de la Universidad de Salamanca (GIR-PROMOSALUD y GIR-NAES); Unidad de Investigación Consolidada de la Junta de Castilla y León (UIC-249); Proyecto de investigación (Ref TED2021-130924B-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, Gobierno de España.

Referencias

- Antle, A.N., McLaren, E.S., Fiedler, H., & Johnson, N. (2019). Evaluating the impact of a mobile neurofeedback app for young children at school and home. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on human factors in computing systems* (pp. 1-13). <https://doi.org/10.1145/3290605.3300266>
- Arns, M., Heinrich, H., & Strehl, U. (2014). Evaluation of neurofeedback in ADHD: The long and winding road. *Biological Psychology*, *95*, 108-115.
- Barreto, C., & Soltanlou, M. (2022). Functional near-infrared spectroscopy as a tool to assess brain activity in educational settings: An introduction for educational researchers. *South African Journal of Childhood Education*, *12*(1). <https://doi.org/10.4102/sajce.v12i1.1138>
- Brauer, H., Breiting-Ziegler, C., Moliadze, V., Galling, B., & Prehn-Kristensen, A. (2021). Transcranial direct current stimulation in attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analysis of clinical efficacy outcomes. *Progress in Brain Research*, *264*, 91-116. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2021.01.013>
- Brockington, G., Balardin, J.B., Zimeo-Morais, G.A., Malheiros, A., Lent, R., Moura, L.M., & Sato, J.R. (2018). From the laboratory to the classroom: the potential of functional near-infrared spectroscopy in educational neuroscience. *Frontiers in Psychology*, *9*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01840>
- Camacho-Conde, J.A., Gonzalez-Bermudez, M.D.R., Carretero-Rey, M., & Khan, Z.U. (2022). Brain stimulation: A therapeutic approach for the treatment of neurological disorders. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, *28*(1), 5-18. <https://doi.org/10.1111/cns.13769>
- Cannon, R.L. (2015). Editorial perspective: Defining neurofeedback and its functional processes. *NeuroRegulation*, *2*(2), 60-69. <https://doi.org/10.15540/nr.2.2.60>
- Cerrillo-Urbina, A.J., García-Hermoso, A., Martínez-Vizcaíno, V., Pardo-Guijarro, M.J., Ruiz-Hermosa, A., & Sánchez-López, M. (2018). Prevalence of probable attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms: Result from a Spanish sample of children. *BMC Pediatrics*, *18*(111), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12887-018-1083-1>
- Che, X., Jong-Hwan, C., & Shang, X. (2021). Comparative efficacy and acceptability of nonpharmacotherapy in the treatment of inattention for ADHD: A network meta-analysis. *Complexity*, *2021*, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2021/9435262>
- Coch, D., & Daniel, D.B. (2020). Lost in translation: Educational psychologists as intermediaries between neuroscience and education. *Frontiers in Education*, *5*, 618464-618464. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.618464>
- Cosmo, C., Dibiasi, M., Lima, V., Grecco, L.C., Muszkat, M., Philip, N.S., & Sena, E.P. (2020). A systematic review of transcranial direct current stimulation effects in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Affective Disorders*, *276*, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.06.054>
- Dikker, S., Wan, L., Davidesco, I., Kaggen, L., Oostrik, M., McClintock, J., Rowland, J., Michalareas, G., Vanbavel, J.J., Ding, M., & Poeppel, D. (2017). Brain-to-brain synchrony tracks real-world dynamic group interactions in the classroom. *Current Biology*, *27*(9), 1375-1380. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.002>
- Evans, S.W., Owens, J.S., & Bunford, N. (2014). Evidence-based psychosocial treatments for children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, *43*(4), 527-551. <https://doi.org/10.1080/15374416.2013.850700>
- Ferrés, J., & Masanet, M. (2017). Communication efficiency in education: Increasing emotions and storytelling. [La eficacia comunicativa en la educación: Potenciando las emociones y el relato]. *Comunicar*, *52*, 51-60. <https://doi.org/10.3916/C52-2017-05>
- Francés, L., Quintero, J., Fernández, A., Ruiz, A., Caules, J., Fillon, G., Hervás, A., & Soler, C.V. (2022). Current state of knowledge on the prevalence of neurodevelopmental disorders in childhood according to the DSM-5: a systematic review in

- accordance with the PRISMA criteria. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 16, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s13034-022-00462-1>
- Gavin, B., Twomey, C., Minihan, E., O'reilly, G., & Mcnicholas, F. (2023). Parenting interventions, ADHD and homework: a systematic review. *Irish Educational Studies*, (pp. 1-21). <https://doi.org/10.1080/03323315.2023.2174572>
- González-Rodríguez, D., Vieira, M.J., & Vidal, J. (2019). La percepción del profesorado de Educación Primaria y Educación Secundaria sobre las variables que influyen en el Abandono Escolar Temprano. *Revista de Investigación Educativa*, 37(1), 181-200. <https://doi.org/10.6018/rie.37.1.343751>
- Goode, A.P., Coeytaux, R.R., Maslow, G.R., Davis, N., Hill, S., Namdari, B., Lapointe, N.M.A., Befus, D., Lallinger, K.R., Bowen, S.E., Kosinski, A., Mcbroom, A.J., Sanders, G.D., & Kemper, A.R. (2018). Nonpharmacologic treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review. *Pediatrics*, (6), 141-141. <https://doi.org/10.1542/peds.2018-0094>
- Gossé, L.K., Bell, S.W., & Hosseini, S.M. (2021). Functional near-infrared spectroscopy in developmental psychiatry: a review of attention deficit hyperactivity disorder. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 272, 273-290. <https://doi.org/10.1007/s00406-021-01288-2>
- Graziano, P.A., Fabiano, G., Willoughby, M.T., Waschbusch, D., Morris, K., Schatz, N., & Vujnovic, R. (2017). Callous-unemotional traits among adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Associations with parenting. *Child Psychiatry & Human Development*, 48, 18-31. <https://doi.org/10.1007/s10578-016-0649-0>
- Guan-Lim, C., Lim-Ashworth, N.S., & Fung, D.S. (2020). Updates in technology-based interventions for attention deficit hyperactivity disorder. *Current Opinion in Psychiatry*, 33(6), 577-585. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000643>
- Hodgson, K., Hutchinson, A.D., & Denson, L. (2014). Nonpharmacological treatments for ADHD: a meta-analytic review. *Journal of Attention Disorders*, 18(4), 275-282. <https://doi.org/10.1177/1087054712444732>
- Hurtado-Parrado, C., Pfaller-Sadovsky, N., Medina, L., Gayman, C.M., Rost, K.A., & Schoffill, D. (2022). A systematic review and quantitative analysis of interteaching. *Journal of Behavioral Education*, 31, 157-185. <https://doi.org/10.1007/s10864-021-09452-3>
- Janssen, T.W., Grammer, J.K., Bleichner, M.G., Bulgarelli, C., Davidesco, I., Dikker, S., Jasinska, K.K., Siugzdaitė, R., Vassena, E., Vataki, A., Zion-Golumbic, E., & Van-Atteveldt, N. (2021). Opportunities and limitations of mobile neuroimaging technologies in educational neuroscience. *Mind, Brain, and Education*, 15(4), 354-370. <https://doi.org/10.1111/mbe.12302>
- Krell, J., Todd, A., & Dolecki, P.K. (2019). Bridging the gap between theory and practice in neurofeedback training for attention. *Mind, Brain, and Education*, 13, 246-260. <https://doi.org/10.1111/mbe.12220>
- Kruppa, J.A., Reindl, V., Gerloff, C., Weiss, E.O., Prinz, J., Herpertz-Dahlmann, B., Konrad, K., & Schulte-Rüther, M. (2021). Brain and motor synchrony in children and adolescents with ASD-a fNIRS hyperscanning study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 16(1-2), 103-116. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa092>
- Kuznetsova, E., Veilahiti, A.V.P., Akhundzadeh, R., Radev, S., Konicar, L., & Cowley, B.U. (2022). Evaluation of neurofeedback learning in patients with ADHD: A systematic review. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 48, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10484-022-09562-2>
- Leisman, G. (2023). Neuroscience in education: a bridge too far or one that has yet to be built: introduction to the "Brain goes to school. *Brain Science*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/brainsci13010040>
- Lipka, R., Ahlers, E., Reed, T.L., Karstens, M.L., Nguyen, V., Bajbouj, M., & Kadosh, R.C. (2021). Resolving heterogeneity in transcranial electrical stimulation efficacy for attention deficit hyperactivity disorder. *Experimental Neurology*, 337. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2020.113586>
- Liu, J., Zhang, R., Geng, B., Zhang, T., Yuan, D., Otani, S., & Li, X. (2019). Interplay between prior knowledge and communication mode on teaching effectiveness: interpersonal neural synchronization as a neural marker. *NeuroImage*, 193, 93-102. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.03.004>
- Lu, K., Qiao, X., Yun, Q., & Hao, N. (2021). Educational diversity and group creativity: Evidence from fNIRS hyperscanning. *NeuroImage*, 243, 118564-118564. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118564>
- Márquez, C., & Indarramendi, C. (2022). La prevención del fracaso escolar en educación secundaria desde el programa de mejora del rendimiento y del aprendizaje. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 11(1), 157-173. <https://doi.org/10.15366/riejs2022.11.1.009>
- Meisel, V., Servera, M., García-Banda, G., Cardo, E., & Moreno, I. (2014). Neurofeedback and standard pharmacological intervention in ADHD: a randomized controlled trial with six-month follow-up. *Biological Psychology*, 94(1), 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.04.015>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (Ed.) (2021). *Datos y cifras. Curso escolar 2021-2022: Informe español. Secretaría General Técnica*. <https://bit.ly/3L0VNYq>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (Ed.) (2023). *Neurociencia aplicada a la educación*. <https://bit.ly/3SREvAU>
- Moreno-García, I., Cano-Crespo, A., & Rivera, F. (2022). Results of neurofeedback in treatment of children with ADHD: A systematic review of randomized controlled trials. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 47, 145-181. <https://doi.org/10.1007/s10484-022-09547-1>
- Nam, C.S., Choo, S., Huang, J., & Park, J. (2020). Brain-to-brain neural synchrony during social interactions: A systematic review on hyperscanning studies. *Applied Sciences*, 10(19), 6669-6669. <https://doi.org/10.3390/app10196669>
- Nejati, V., Rasanian, A.H.H., Rad, J.A., Alavi, M.M., Haghi, S., & Nitsche, M.A. (2022). Transcranial direct current stimulation (tDCS) alters the pattern of information processing in children with ADHD: Evidence from drift diffusion modeling. *Neurophysiologie Clinique*, 52(1), 17-27. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2021.11.005>
- Nigg, J.T. (2017). Annual Research Review: On the relations among self-regulation, self-control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(4), 361-383. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12675>

- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *International Journal of Surgery, 88*. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2021.105906>
- Patil, A.U., Madathil, D., Fan, Y.T., Tzeng, O.J., Huang, C.M., & Huang, H.W. (2022). Neurofeedback for the education of children with ADHD and specific learning disorders: A Review. *Brain Sciences, 12*(9), 1238-1238. <https://doi.org/10.3390/brainsci12091238>
- Quintero, J., & Castaño-De-La-Mota, C. (2014). Introducción y etiopatogenia del trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDA-H). *Pediatría integral, 18*, 600-608. <https://bit.ly/3yjkjPy>
- Razoki, B. (2018). Neurofeedback versus psychostimulants in the treatment of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review. *Neuropsychiatric Disease and Treatment, 14*, 2905-2913. <https://doi.org/10.2147/NDT.S178839>
- Rubio, B., Boes, A.D., Laganieri, S., Rotenberg, A., Jeurissen, D., & Leone, A. (2016). Noninvasive brain stimulation in pediatric attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) a review. *Journal of Child Neurology, 31*(6), 784-796. <https://doi.org/10.1177/0883073815615672>
- Rusca-Jordán, F., & Cortez-Vergara, C. (2020). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDA-H) en niños y adolescentes. Una revisión clínica. *Revista de Neuro-Psiquiatría, 83*(3), 148-156. <https://doi.org/10.20453/rnp.v83i3.3794>
- Salehinejad, M.A., Nejati, V., Mosayebi-Samani, M., Mohammadi, A., Wischniewski, M., Kuo, M.F., Avenanti, A., Vicario, C.M., & Nitsche, M.A. (2020). Transcranial direct current stimulation in ADHD: A systematic review of efficacy, safety, and protocol-induced electrical field modeling results. *Neuroscience Bulletin, 36*, 1191-1212. <https://doi.org/10.1007/s12264-020-00501-x>
- Schlechter, F., Calzado, I.W., Siemann, J., Krauel, K., Pereira, H.C., Luckhardt, C., Salvador, R., Puonti, O., Dempfle, A., & Siniatchkin, M. (2023). Personalized transcranial direct current stimulation at home in patients with ADHD: feasibility and efficacy. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation, 16*(1), 199-200. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2023.01.255>
- Sibley, M.H., Kuriyan, A.B., Evans, S.W., Waxmonsky, J.G., & Smith, B.H. (2014). Pharmacological and psychosocial treatments for adolescents with ADHD: An updated systematic review of the literature. *Clinical Psychology Review, 34*(3), 218-232. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2014.02.001>
- Siciliano, R., Hirata, Y., & Kelly, S.D. (2016). Electrical stimulation over left inferior frontal gyrus disrupts hand gesture's role in foreign vocabulary learning. *Educational Neuroscience, 1*, 2377616116652402. <https://doi.org/10.1177/2377616116652402>
- Sierawska, A., Prehn-Kristensen, A., Moliadze, V., Krauel, K., Nowak, F., Freitag, C.M., Siniatchkin, M., & Buyx, A. (2019). Unmet Needs in children with attention deficit hyperactivity disorder-can transcranial direct current stimulation fill the gap? Promises and ethical challenges. *Frontiers in Psychiatry, 10*. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00334>
- Simoes, E.M., & Nogaro, A. (2019). Ética, neuroética y prácticas de enseñanza. *Revista Bioética, 27*(2), 268-75. <https://doi.org/10.1590/1983-80422019272309>
- Sjövall, D., Roth, L., Lindqvist, S., & Thorell, L.B. (2013). Multiple deficits in ADHD: Executive dysfunction, delay aversion, reaction time variability, and emotional deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 54*(6), 619-627. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12006>
- Smith, V., Devane, D., Begley, C.M., & Clarke, M. (2011). Methodology in conducting a systematic review of systematic reviews of healthcare interventions. *BMC Medical Research Methodology, 11*, 1-6. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-15>
- Soroa, M., Gorostiaga, A., & Balluerka, N. (2016). Conocimiento de los docentes sobre el TDA-H: Relevancia de la formación y de las percepciones individuales. *Revista de Psicodidáctica, 21*(2), 205-226. <https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.14023>
- Steiner, N.J., Frenette, E.C., Rene, K.M., Brennan, R.T., & Perrin, E.C. (2014). In-school neurofeedback training for ADHD: Sustained improvements from a randomized control trial. *Pediatrics, 133*(3), 483-492. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-2059>
- Sudnawa, K.K., Chirdkiatgumchai, V., Ruangdaraganon, N., Khongkhatithum, C., Udomsubpayakul, U., Jirayucharoensak, S., & Israsena, P. (2018). Effectiveness of neurofeedback versus medication for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics International, 60*(9), 828-834. <https://doi.org/10.1111/ped.13641>
- Van-Doren, J., Arns, M., Heinrich, H., Vollebregt, M.A., Strehl, U., & Loo, S. (2019). Sustained effects of neurofeedback in ADHD: a systematic review and meta-analysis. *European Child & Adolescent Psychiatry, 28*, 293-305. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.11.013>
- Weinstein, C.S. (1994). Cognitive remediation strategies: An adjunct to the psychotherapy of adults with attention-deficit hyperactivity disorder. *The Journal of Psychotherapy Practice and Research, 3*(1), 44-57. <https://bit.ly/3F8A8MN>
- Willis, W.G., Weyandt, L.L., Lubiner, A.G., & Schubart, C.D. (2011). Neurofeedback as a treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review of evidence for practice. *Journal of Applied School Psychology, 27*(3), 201-227. <https://doi.org/10.1080/15377903.2011.590746>
- Zhang, L., Xu, X., Li, Z., Chen, L., & Feng, L. (2022). Interpersonal neural synchronization predicting learning outcomes from teaching-learning interaction: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 637*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.835147>



Comunicar 76

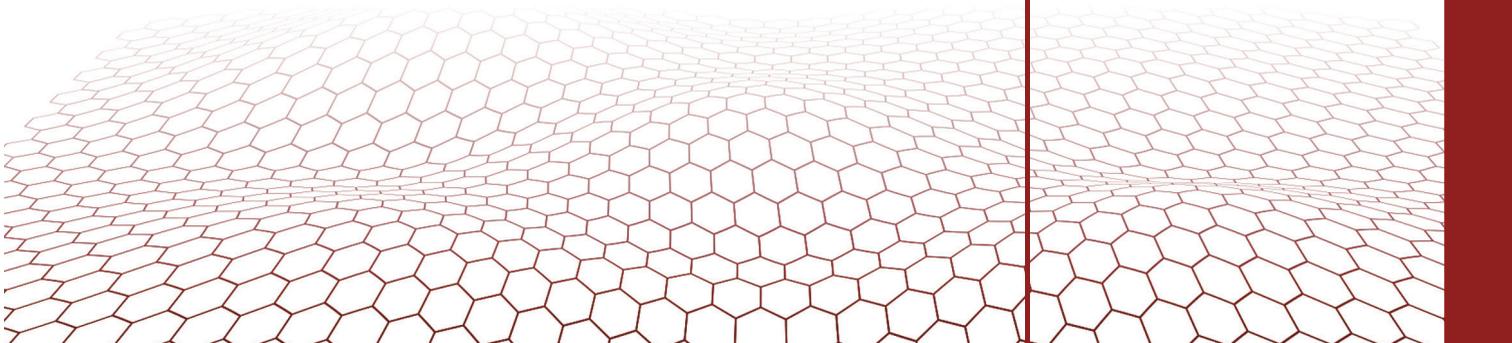
Caleidoscopio

Investigaciones
Researchs

Estudios
Studies

Propuestas
Proposals

Kaleidoscope



1º PREMIO MUNDIAL

en Alfabetización Mediática e Informativa 2022



www.redalfamed.org





La credibilidad de los informativos de la televisión pública en España

The credibility of newscasts in public service media in Spain

-  Dr. Xosé Soengas-Pérez. Catedrático, Departamento de Ciencias de la Comunicación, Universidade de Santiago de Compostela (España) (jose.soengas@usc.es) (<https://orcid.org/0000-0003-3246-0477>)
-  Dra. Marta Rodríguez-Castro. Profesora Ayudante Doctora, Departamento de Ciencias de la Comunicación, Universidade de Santiago de Compostela (España) (m.rodiguez.castro@usc.gal) (<https://orcid.org/0000-0002-1399-9154>)
-  Dr. Francisco Campos-Freire. Catedrático, Departamento de Ciencias de la Comunicación, Universidade de Santiago de Compostela (España) (francisco.campos@usc.es) (<https://orcid.org/0000-0003-1831-1838>)

RESUMEN

Las audiencias de los informativos de las televisiones generalistas reflejan que el interés y la fidelidad de los espectadores cambian constantemente. Numerosas investigaciones demuestran que existen elementos que intervienen en el éxito de programas y formatos, pero aquí analizamos qué factores determinan la credibilidad de los informativos. Y también queremos conocer cómo se garantiza el pluralismo en los telediarios, porque la credibilidad y el pluralismo son valores que están relacionados entre sí y se condicionan mutuamente. Como la credibilidad es un valor subjetivo, es necesario buscar criterios informativos que permitan analizarla con rigor. El objetivo principal es averiguar si existe un consenso sobre los parámetros que sirven para definir, identificar y valorar la credibilidad en la televisión pública estatal en España. Además, interesa saber si los índices de audiencia sirven para determinar el grado de confianza en los informativos. Aquí aportamos las observaciones de investigadores, expertos académicos y profesionales, que ofrecen una visión de las diferentes perspectivas que integran los múltiples aspectos que condicionan la lectura y la interpretación de las noticias. Una conclusión transversal que se extrae de esta investigación es que la credibilidad es un concepto con componentes multidimensionales, fruto de un proceso en el que intervienen varios filtros que condicionan la percepción de los hechos. Por eso un relato puede tener múltiples significados, que se corresponden con los diferentes puntos de vista de los ciudadanos.

ABSTRACT

The audiences of generalist television's newscasts reflect that the viewers' interests and loyalties are constantly changing. Research shows that several elements influence the success of programs and formats, but in this paper, we draw attention to the factors that determine the credibility of newscasts. We also want to know how pluralism is safeguarded in newscasts, as we consider that credibility and pluralism are two intertwined values that influence one another. As credibility is a subjective value, it is required to find new information criteria that is suitable and of the utmost rigor. The main aim is to delve into whether there is a consensus on the basic parameters for the definition, identification, and assessment of credibility of nationwide public service media in Spain. Moreover, we are also interested in whether audience figures can be used to determine the degree of trust of newscasts. The analysis brings forward the observations of researchers, scholars and media professionals that offer a vision on the different approaches that integrate the multiple aspects affecting news consumption and interpretation. We conclude that credibility is a concept composed of multidimensional components, resulting from a process where different filters condition fact perception. That is why a story can have different meanings, related to the different point of views of citizens.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Credibilidad, pluralismo, televisión pública, audiencias, periodismo, informativos.
Credibility, pluralism, public service media, audiences, journalism, newscast.



1. Introducción y estado de la cuestión

La convergencia de factores que determinan el ecosistema mediático actual forma el contexto perfecto para que se propaguen el distanciamiento y la pérdida de confianza en los medios de comunicación (Edelman, 2022; Newman et al., 2022). La proliferación de medios digitales (Samuel-Azran & Hayat, 2019), los cambios en los hábitos de consumo informativo, entre los que destacan tanto la exposición accidental a las noticias (Goyanes, 2020) como la tendencia a evitarlas (Edgerly, 2022), la intensificación de la polarización social (Hameleers & Brosius, 2022; Masip et al., 2020; Suiter & Fletcher, 2020) y el auge de movimientos populistas que cuestionan las instituciones democráticas y acusan a los medios de comunicación de ser difusores de fake news (Holtz-Bacha, 2021) han agudizado la crisis de confianza y credibilidad en los sistemas mediáticos occidentales.

A pesar de que hay estudios recientes que indican que la evolución de la desconfianza en los medios de comunicación no es una tendencia universal (Hanitzsch et al., 2018), el aumento de la desafección de la ciudadanía hacia el sistema mediático es motivo de preocupación porque la credibilidad es esencial para el correcto funcionamiento de las democracias modernas, asentadas sobre una participación informada en la vida civil y sobre la confianza en las instituciones y actividades que estructuran la esfera pública (Arlt, 2019).

La investigación sobre la credibilidad de los medios informativos cuenta con una larga tradición, originada con la aparición de los medios de comunicación de masas y abordada desde distintas disciplinas. Según apuntan Calvo-Porrá et al. (2014), desde la psicología social la credibilidad se entiende como una variable subjetiva vinculada a las circunstancias del receptor de la información, mientras que desde las ciencias de la comunicación se buscan criterios objetivos que puedan medir y valorar el grado de precisión de la información transmitida. Ya en 1953, los estudios desarrollados en la Universidad de Yale abordaban la credibilidad también como una de las variables que influyen en la eficiencia de la comunicación (Hovland et al., 1953). Y desde el punto de vista de la economía de la empresa informativa, la credibilidad constituye un activo de la organización, ya que influye en su reputación y en sus beneficios económicos (Vanacker & Belmas, 2009).

Sin embargo, aunque existe una amplia trayectoria en el estudio de la credibilidad (Lee, 2010; Jakobsson & Stiernstedt, 2023), este concepto no cuenta todavía con una definición consensuada, de forma similar al debate sobre la calidad (Camacho-Ordóñez, 2005). Uno de los principales problemas a la hora de concretar la descripción proviene de las distintas dimensiones que integran la credibilidad de los medios de comunicación. Appelman y Sundar (2016) distinguen entre confianza en las fuentes informativas, confianza en el mensaje y confianza en el medio de comunicación. Strömbäck et al. (2020) van más allá y elaboran una conceptualización de la confianza en los medios que comprende, de más general a más específica, las siguientes dimensiones: medios informativos en general, tipos de medios, marcas mediáticas individuales, periodistas y contenidos mediáticos.

Dentro de las múltiples aproximaciones a la definición de la credibilidad de los medios destaca la tendencia a definir este concepto a partir de sus características o subcomponentes, lo que Appelman y Sundar (2016) consideran problemático por generar dificultades a la hora de diferenciar si el término que se emplea para la definición es un sinónimo o un componente. Aún así, en la literatura científica es habitual asociar la credibilidad de los medios de comunicación con conceptos como la fiabilidad y la honestidad (Engelke et al., 2019), la objetividad y la separación clara entre información y opinión (Gaziano & McGrath, 1986), o la imparcialidad, la cobertura integral del acontecimiento, la exactitud y el equilibrio (Thorson et al., 2010).

Además de los esfuerzos por definir el concepto credibilidad, las investigaciones realizadas sobre este tema también han analizado los factores que determinan que la credibilidad de los medios de comunicación sea mayor o menor. En primer lugar, es importante tener en cuenta la dimensión de la credibilidad que se quiere analizar. Estudios como el de Daniller et al. (2017) confirman que, al preguntar en una encuesta sobre la confianza en los medios informativos en general, los niveles son mucho más bajos que si se pregunta sobre la confianza en medios concretos.

Por otra parte, la relación entre el consumo mediático y la credibilidad de un medio también ha sido cuestionada. Mientras que algunas investigaciones (Arlt, 2019; Roses & Farias-Battle, 2012) apuntan que

la confianza en los medios se vincula a los hábitos de consumo de la ciudadanía, es decir, cuanto más tiempo se le dedica a un medio, más credibilidad se le otorga, otros consideran necesario distinguir entre seguimiento, fidelidad y credibilidad (Callejo-Gallego, 2015; Picone & Donders, 2020).

Las fuentes empleadas en la configuración de la información también influyen en su credibilidad. Miller y Kurpius (2010) demuestran que las fuentes oficiales son más creíbles que las fuentes ciudadanas, y que las hard news dotan de mayor credibilidad a un medio que las soft news. En cambio, Calvo-Porrall et al. (2014) afirman que la construcción de una imagen atractiva y sólida es un factor que contribuye positivamente a la credibilidad de un medio. En cualquier caso, el uso de fuentes plurales y diversas es fundamental para construir la credibilidad de un medio informativo (Moran & Nechushtai, 2022).

En los medios de comunicación públicos, que continúan siendo las fuentes informativas en las que más confía la ciudadanía europea (Parlamento Europeo, 2022), la credibilidad juega un papel más relevante todavía, ya que la expectativa social sobre ellos es mayor (Mateos-Martín et al., 2021; Mateos, 2021). Además, la credibilidad se vincula de forma directa con muchos valores esenciales de la radiotelevisión pública, como la imparcialidad, la independencia, la calidad, la diversidad, la integridad o la exactitud (Biltreyst, 2004). Por eso, en la actualidad se considera necesario un cambio en los métodos de evaluación y rendición de cuentas de las radiotelevisiónes públicas, moviendo el foco desde los datos de audiencia hacia los niveles de credibilidad (Picone & Donders, 2020). Según argumentan Picone y Donders (2020), dadas las particularidades de los medios públicos, a priori independientes de intereses políticos y económicos, estos tienen ventaja para conseguir equilibrio entre información de calidad, alcance y confianza. Por otra parte, contar con unos medios de comunicación públicos creíbles y en los que confíe la ciudadanía es importante no solo para estas corporaciones, sino para el conjunto del ecosistema mediático y democrático (Campos-Rueda & Goyanes, 2022), ya que investigaciones como las de Art (2019), centrada en el contexto suizo, sostienen que el consumo de noticias de los medios públicos se asocia con mayores niveles de confianza en la calidad periodística.

2. Material y métodos

El objetivo principal de esta investigación es comprobar si existe consenso entre investigadores, académicos y profesionales de la comunicación sobre los parámetros básicos que sirven para definir, identificar, medir y valorar la credibilidad informativa. Y los objetivos específicos consisten en identificar los elementos y los factores que determinan la credibilidad y el pluralismo en los informativos de la televisión pública.

La hipótesis de trabajo es que la credibilidad, para los expertos y para los profesionales, es un factor subjetivo que va unido a una percepción externa que la persona tiene del medio, por encima de los contenidos. Por esta razón, la credibilidad no coincide siempre con el rigor periodístico ni con la verdad de los hechos.

Somos conscientes de las dificultades que implica medir y valorar algo intangible y subjetivo como es la credibilidad. Y también reconocemos que es complicado analizar el pluralismo, uno de los elementos que determina la credibilidad (Suárez-Villegas et al., 2020), porque aquí intervienen factores cuantitativos y cualitativos.

Teniendo en cuenta la complejidad de la investigación, generada por la naturaleza del objeto de estudio, trabajamos con una metodología que consideramos idónea para garantizar el rigor de los resultados.

En primer lugar, siguiendo la demanda de investigaciones cualitativas sobre la credibilidad de los medios (Garusi & Splendore, 2023; Jakobsson & Stiernstedt, 2023), realizamos un grupo focal (Lunt & Livingstone, 1996; Krueger & Casey, 2014) en la Universidad de Santiago de Compostela con 17 investigadores/as de Ciencias de la Comunicación, integrantes de un proyecto I+D sobre los valores de los medios audiovisuales públicos y pertenecientes a ocho universidades. Todos los participantes son expertos en las radiotelevisiónes públicas, por lo tanto son perfiles idóneos para opinar sobre la credibilidad y el pluralismo en los informativos. Las intervenciones de los participantes se desarrollaron en tres rondas, en las que se plantearon una serie de cuestiones derivadas de la literatura científica sobre la credibilidad, para conocer el grado de consenso que existe sobre el objeto de estudio. La sesión fue grabada, transcrita y analizada con Atlas.TI.

En la primera ronda preguntamos a los expertos qué es para ellos la credibilidad como valor de la información en las radiotelevisión públicas, cómo la definen y qué características y condiciones debe tener. En la segunda ronda preguntamos si los datos de audiencia sirven para determinar el grado de credibilidad de la información. Y en la tercera ronda preguntamos qué relación tiene la credibilidad con el pluralismo y qué factores favorecen o perjudican ambos valores. Las respuestas de los participantes aparecen codificadas como G1, G2, G3, etc. G2 actuó como moderador.

Para ampliar la perspectiva del grupo focal, entrevistamos online a 20 académicos, catedráticos de Comunicación Audiovisual y de Periodismo, todos expertos en televisión pública, información audiovisual y análisis de audiencias, para obtener más opiniones cualificadas. A los expertos académicos se les preguntó ¿qué parámetros determinan la credibilidad?, ¿cómo se consigue?, ¿cómo se mantiene?, ¿por qué se pierde?, ¿qué elementos la garantizan? y ¿qué procedimientos la favorecen? Sus respuestas aparecen codificadas como A1, A2, A3, etc.

Y, finalmente, estas mismas cuestiones fueron formuladas, también online, a cinco redactores de RTVE que han trabajado en las secciones de nacional, internacional, política, economía y sociedad (estas cinco secciones son las que estructuran los servicios informativos de las televisiones públicas), para conocer cuál es el punto de vista sobre la credibilidad desde el ámbito profesional. Las respuestas aparecen codificadas como P1, P2, P3, P4 y P5. Seleccionamos RTVE porque tiene una cobertura estatal y como la estructura y las rutinas productivas de los servicios informativos son muy similares a las de las televisiones autonómicas, consideramos que es representativa de todas las cadenas públicas.

Las preguntas formuladas a los integrantes del grupo focal, a los académicos y a los redactores se corresponden con las líneas de trabajo desarrolladas en el proyecto de investigación I+D sobre los valores de los medios audiovisuales públicos mencionados antes. Consideramos que esta investigación es oportuna y se justifica por los continuos cambios que se registran en los liderazgos de los informativos. Un ejemplo emblemático son los telediarios de TVE, que pasaron de ser líderes de audiencia hasta 2014 a ocupar el tercer puesto en 2022.

3. Análisis y resultados

3.1. El grupo focal

En la primera ronda del grupo focal, el experto G10 afirma que la credibilidad es un valor subjetivo que contribuye a desarrollar una actitud que influye en la conformación de la opinión sobre un hecho o sobre un soporte. Por esa razón, un medio o una noticia pueden tener diferentes valoraciones según la percepción de cada ciudadano. En cambio, para G1 la credibilidad es un atributo de carácter multidimensional, en el que intervienen la confianza, la independencia, la veracidad y la transparencia.

Para G4 la credibilidad también es algo multidimensional, pero con muchos matices, por eso una noticia es creíble o no según las características de cada persona porque en la definición de un valor tan complejo hay que tener en cuenta que pueden influir la emotividad, el formato y el soporte. G7 y G16 coinciden en la importancia de lo que apunta G4 porque consideran que son elementos necesarios para generar confianza (G7) y legitimidad (G16). Y G17 afirma que la credibilidad de un medio o de un periodista no depende solo del enfoque o del tratamiento informativo de los hechos, pueden influir condicionantes externos inherentes a cada espectador. Por eso, para G4, al hablar de la definición de credibilidad es muy importante pensar en la cadena de valor, que incluye las diferentes fases del proceso informativo (fuentes, redacción, edición y consumo), y en cada uno de los estadios del proceso tienen que estar presentes una serie de valores (independencia, calidad, diversidad de fuentes, verificación, veracidad, verosimilitud, pluralismo, transparencia, interés general, objetividad e innovación).

La mayoría de los expertos (G1, G3, G4, G5, G7, G9, G11, G12, G13, G14, G15, G16 y G17) relacionan la credibilidad con la confianza, pero luego introducen varios detalles que reflejan las diferencias que existen para llegar a un consenso sobre el concepto objeto de estudio. Para G3 y G9 la credibilidad depende de la confianza que genera la fuente, pero para G9 y G15 es muy importante el número de fuentes. En cambio, G5, G12 y G14 no se refieren a la confianza de la fuente, sino a la confianza que genera el medio, algo que trasciende la noticia porque afecta a todos los contenidos. Además, G14 dice que cuando hablamos de credibilidad, hablamos de contenido y cuando hablamos de confianza, hablamos

de soporte. Y pone un ejemplo: si confiamos en TVE nos creemos las noticias de sus informativos. G6 está de acuerdo con esta apreciación y plantea la posibilidad de que la audiencia vincule una marca, en este caso TVE, con la credibilidad informativa. Así tendríamos dos niveles de credibilidad que pueden convivir y que no son excluyentes: por una parte, la credibilidad que aportan a cada noticia las firmas personales de los redactores y, por otra parte, la credibilidad que genera el soporte a nivel global, una cualidad que repercute también en los informativos.

El experto G13 introduce un nuevo concepto, la objetividad, porque considera que es un valor que influye en la credibilidad, lo mismo que la transparencia, y hay que tenerlo en cuenta en la definición, pero G9 y G11 creen que es más acertado hablar de veracidad que de objetividad. G5, G11, G12 y G17 también coinciden en el valor de la transparencia.

En la segunda ronda, todos los participantes en el grupo focal coinciden en que los índices de audiencia no están siempre vinculados con el grado de credibilidad. En este sentido, G1 y G14 afirman que la credibilidad no se puede medir a través de la audiencia porque hay muchos factores subjetivos que influyen y no se contemplan en los audímetros. Para medir más allá de las percepciones hay que tener en cuenta la variante ideológica porque, para G14, existe una tendencia a sintonizar con los enfoques afines y el espectador busca medios que ofrecen relatos informativos que concuerdan con sus construcciones de la realidad y confía en ellos, por eso, a veces, se creen relatos que no son veraces.

Desde el punto de vista de la audiencia, G10 considera que al hablar de credibilidad habría que diferenciar entre el discurso oficial/público y lo que realmente piensa cada ciudadano porque, según este experto, existe un comportamiento social aceptado que concuerda con una forma de pensar y de actuar y, muchas veces, no se muestran en público algunas ideas para no ser rechazados en determinados círculos. Y, además, habría que distinguir entre veracidad y credibilidad, porque la veracidad se puede objetivar estableciendo unos criterios que certifiquen si algo es cierto o no, mientras que la credibilidad es un factor subjetivo que no se puede medir (G10). En cambio, G4 prefiere diferenciar entre credibilidad objetiva y percibida, porque para él la credibilidad no es el factor principal que determina que se consuma algo. G14 y G17 también coinciden en que ver un informativo no implica necesariamente otorgarle credibilidad porque no está demostrado que los informativos más vistos sean los más creíbles (G4).

Para G14 la clave está en medir la reputación con criterios informativos y a partir de ahí se podrá valorar la credibilidad con más rigor y más precisión. Y G9 sostiene que es muy difícil establecer unos criterios uniformes y con valor universal si no se conocen cuáles son los valores de referencia que utiliza la audiencia para otorgarle credibilidad a una noticia o a un medio. En cambio, G1, G6 y G12 proponen analizar las segmentaciones de las audiencias para comprobar si los índices de credibilidad son los mismos en todos los sectores.

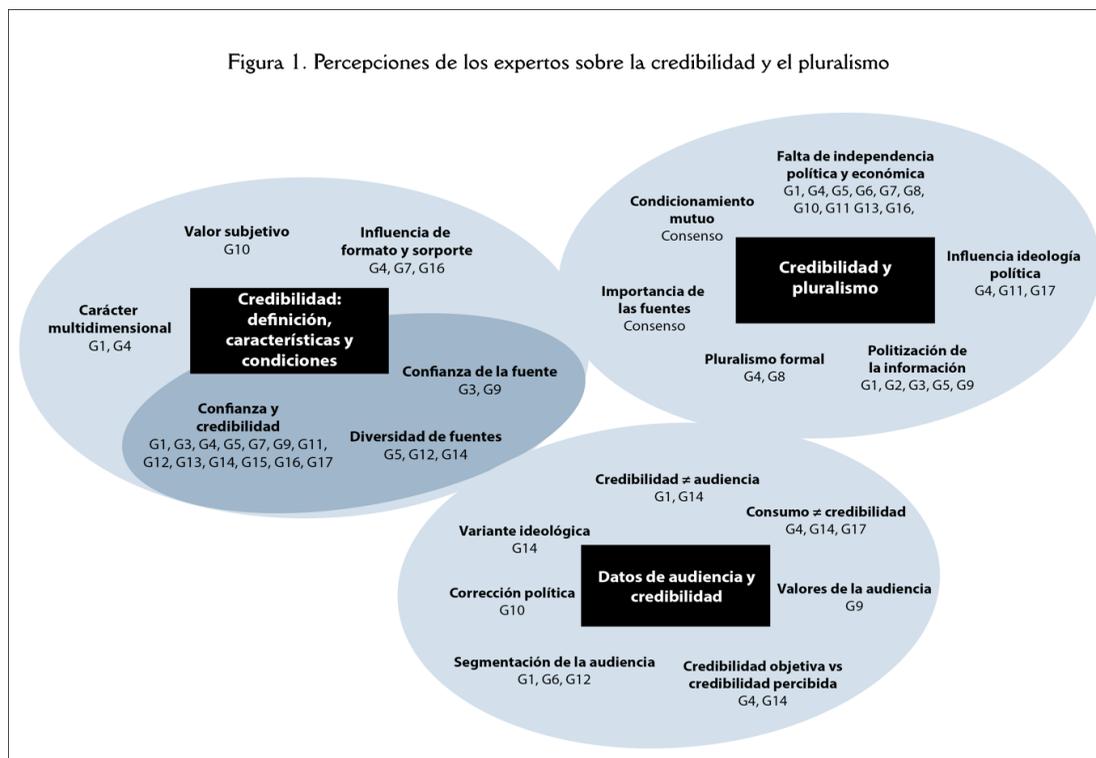
Todos los expertos que participaron en la tercera ronda del grupo focal afirman que la credibilidad y el pluralismo son dos valores que se condicionan mutuamente y también coinciden en que existe una tendencia a focalizar las observaciones sobre el pluralismo en los temas de carácter político.

Para los 17 investigadores la relación entre la credibilidad y el pluralismo es permanente y directa porque ambos valores están muy condicionados por el número de fuentes y, sobre todo, por la calidad de las fuentes, pero creen que es necesario diferenciar entre los aspectos cuantitativos y los cualitativos, que son los que conforman la esencia del pluralismo. Y ponen este ejemplo: en una noticia pueden tener la misma presencia formal todos los protagonistas, pero los contenidos de las intervenciones que representan a cada punto de vista, si no están seleccionados con criterios rigurosos, pueden orientar en enfoque de los hechos hacia una lectura positiva o negativa. Para G1, G2, G3, G5, G9 y G11 las diferencias entre los aspectos cuantitativos y cualitativos de un hecho es lo que favorece la manipulación y la politización de la información, y eso perjudica la credibilidad. Además, según G4 y G8 en la televisión pública se presta mucha atención al pluralismo formal. A cada partido se le asignan unos minutos proporcionales a su representación parlamentaria y esta fórmula favorece a las formaciones políticas mayoritarias, en detrimento de la diversidad de contenidos que conforman la realidad diaria. G1, G6, G7, G8, G13 y G16 afirman que la credibilidad de la información en la televisión pública está determinada por la politización y, más concretamente, por la dependencia del partido que está en el Gobierno. Por eso, G4 sostiene que la televisión pública está gubernamentalizada, una dependencia que para G10 se fortalece gracias al modelo

actual que existe en España. Según este experto, los informativos no son creíbles porque los ciudadanos perciben que están controlados por el Gobierno para favorecer determinadas opciones políticas. G1 comparte esta afirmación y recuerda que los indicadores reflejan que la pérdida de credibilidad se acentúa durante los periodos electorales porque el tratamiento de la información está muy sesgado desde el punto de vista cualitativo. Pero la televisión no sólo está sometida a una dependencia política. Para G1 y G11 también tiene dependencias económicas que afectan al tratamiento y al enfoque de los contenidos, y G9 vincula la pérdida de credibilidad con los déficits en la gobernanza, en la gestión de la reputación y en la comunicación corporativa, aspectos claves para la transparencia, la rendición de cuentas y la participación.

G11 y G17 sostienen que como la credibilidad es un valor subjetivo, la ideología política de cada persona se convierte en un filtro y los informativos serán más o menos creíbles según la afinidad entre el espectador y la dirección de informativos. G4 también cree que la credibilidad depende mucho de la sintonía política y dice que gustan los enfoques que coinciden con las ideas propias porque refuerzan las posiciones individuales. Así, un espectador puede asignar o no valores de credibilidad a un relato en función de su sintonía política con la línea del medio emisor, sin tener en cuenta otros factores más apropiados como el pluralismo o la calidad de las fuentes. G11 relaciona la calidad con la credibilidad, como si se tratara de dos conceptos asociados, y G17 destaca la constancia porque sostiene que la credibilidad es algo longitudinal que se mide y valora por su permanencia en el tiempo.

En cambio, G1 señala la independencia de la gobernanza y la autonomía de los medios como dos factores necesarios para conseguir la credibilidad, como G5, G6 y G11. G5 cree, además, que es necesario mantener una buena gestión, fijar unos criterios independientes que garanticen la calidad durante todo el proceso informativo y transmitirlo a la audiencia a través de la transparencia, algo en lo que coincide G6. G11 comparte la idea de G5 y de G6, y menciona la reputación como un factor necesario para conseguir la credibilidad. Integramos los resultados en la Figura 1.



Sobre las causas que afectan al pluralismo, todos los participantes coinciden en que el modelo actual favorece el control de los informativos porque el pluralismo formal no se corresponde siempre con un enfoque adecuado de los hechos y con un tratamiento informativo oportuno. Y G6 recuerda que el Monitor del Pluralismo Europeo refleja cómo los ciudadanos vinculan la falta de independencia en la

gestión de la televisión pública en España con los bajos índices de credibilidad de sus informativos, algo que confirma G1. G3 también estima que es necesario diferenciar entre pluralismo político y pluralismo social, que es el que garantiza la diversidad en los informativos.

3.2. Los expertos académicos y los profesionales

3.2.1. Qué parámetros determinan la credibilidad

La credibilidad es un concepto sobre el que no existe consenso, tanto entre los expertos académicos en comunicación como entre los profesionales de televisión entrevistados, aunque, dentro de las discrepancias, varios coinciden en relacionarla con determinados valores y parámetros. Para A1, A2, A3, A4, A6, A9, A11, A13, A14, A15, A16 y A19, lo mismo que para P1, P2, P3 y P5, la credibilidad es un valor asociado a la confianza que la audiencia en general, un sector o una persona en particular, deposita en un medio, en un formato o en un periodista y le otorga veracidad a un informativo o a una noticia. La veracidad es el atributo que A5, A8, A14, A15, A19, A20, P1, P3 y P5 consideran necesario para que exista credibilidad. Y para A7 esa veracidad implícita hace que el espectador no necesite contrastar la información porque asume que los hechos han sido comprobados y que las opiniones han sido seleccionadas entre las fuentes más solventes posibles, algo en lo que coinciden A9 y A18. Al mismo tiempo, A1, A3, A5, A9, A10, A14, A16, A19, A20, P1, P2, P3, P4 y P5 señalan el prestigio del medio, la trayectoria, la experiencia y la autoridad.

Para A10, A11, A13, P1, P2 y P5, además de la trayectoria, es muy importante la actitud de los informadores. A17, en cambio, opina que el atributo de credibilidad otorgado por la audiencia, además de la experiencia, también se basa en el contraste y en la comparación con la competencia, y añade que la credibilidad es acumulativa, subjetiva, dinámica y volátil, algo en lo que coincide A11 cuando afirma que puede ser permanente o puntual porque el medio de comunicación, o el profesional, tiene que tener cualidades para obtenerla y para mantenerla, por ejemplo la rectificación rápida cuando se cometen errores. Y para expertos como A1 y A14 existen diferentes niveles de confianza, que se traducen en diferentes niveles de credibilidad. A1 y A2 la vinculan, además, con la imagen del medio, más allá de la calidad de los contenidos. Para A1, A7, A13, A16, A18, P1 y P3 es importante que los relatos informativos sean rigurosos y claros, que estén bien explicados, contextualizados con datos eficaces y que haya separación entre información, opinión y análisis. A8, A9 y A19 incluyen la transparencia y A11, A13 y A18 creen que es importante la rendición de cuentas.

3.2.2. Cómo se consigue

Para A12 y A13 la base de la credibilidad es una buena regulación audiovisual, con la existencia de órganos de control externos (Consejos de Ciudadanía) y un Consejo Audiovisual riguroso y plural, integrado por expertos y profesionales de reconocido prestigio. Esta regulación garantizaría la independencia del medio, de los directivos y de los redactores. En este último caso, para A13 juegan un papel muy importante los Consejos Informativos. A1, A2, A4, A7, A8, A9, A11, A12, A13, A14, A16, A18, A20, P1, P2, P3, P4 y P5 también incluyen la independencia de poderes políticos y económicos un factor determinante para conseguir la credibilidad porque repercute en la autonomía profesional y en la calidad de la información, pero P1, P2, P3, P4 y P5 estiman, además, que la información que se ofrece tiene que ser veraz, fiable y estar contrastada porque para ellos la credibilidad se consigue buscando la verdad con herramientas o procedimientos que permitan certificar todos los hechos que integran el relato informativo para que queden probados. En este sentido, para A4, A5, A11, A12, A13 y A16 es muy importante la calidad de las fuentes, sus características, su identificación completa, su reputación, la evidencia de que han sido contrastadas, el desplazamiento al lugar de los hechos para explorar el entorno y, si es posible, retransmitir en directo.

A11 y A13 añaden la transparencia en la gestión y en la rendición de cuentas sobre los procedimientos internos y externos para que el medio pueda acreditar su solvencia y resultar creíble. Y para A5, A8 y A10 una televisión pública no debe seleccionar sus informaciones pensando en la lucha por las audiencias porque, según ellos, la credibilidad se consigue ofreciendo a los ciudadanos información útil, aunque expertos como A9 opinan que las audiencias le otorgan credibilidad al medio y lo legitiman.

3.2.3. Cómo se mantiene

La mayoría de los expertos coinciden en señalar los mismos elementos, los mismos parámetros y las mismas acciones para mantener la credibilidad. A1, A3, A4, A5, A6, A8, A11, A13, A16, P1, P2, P3 y P4 afirman que hay que aplicar los criterios profesionales y los protocolos de calidad, reforzados con unas rutinas profesionales rigurosas que garanticen el rigor de los contenidos. Para A1, A5, A6, A8, A12, A18, P1, P2 y P5 también es importante cuidar la imagen institucional del medio para que transmita imparcialidad. Y A3 y A12 creen que hay que buscar sintonía con la audiencia, siempre desde una perspectiva crítica y respetuosa y, sobre todo, responder a sus expectativas. Además, A15 piensa que es necesario que la audiencia compruebe que las fuentes son solventes y que se contrastan siempre para que la verdad, además de serlo, se perciba como tal.

Al contrario que este experto, en el epígrafe referido a los parámetros, A7 mantiene que cuando se le otorga credibilidad a una información ya se confía en que las fuentes son solventes y han sido contrastadas. A17 dice que es necesario que la realidad transmitida coincida con la realidad experimentada por los espectadores y A13 añade que la audiencia debe percibir que los informativos son un servicio público. Por eso, para A3 y A4 es importante la trayectoria del medio y del periodista porque dicen que para ser creíble es necesario conseguir una legitimidad ante la audiencia y luego tener recursos profesionales para mantenerla.

3.2.4. Por qué se pierde

La credibilidad se puede perder de forma progresiva cuando los informativos dejan de ser un referente para la audiencia por una pérdida de calidad paulatina y continuada (A10) o de forma inmediata (A4), aunque el medio tenga una larga trayectoria con buena reputación, sobre todo cuando se realizan coberturas informativas fallidas, especialmente en momentos importantes (A3), o cuando la audiencia percibe que se hacen cambios en el organigrama que no están basados en criterios profesionales y que obedecen a intereses políticos (A10). A12, A14, A16 y A17 sostienen que la credibilidad se pierde cuando se incumple el contrato de confianza contraído con la audiencia, vulnerando los códigos deontológicos propios de un servicio público, que son los que salvaguardan la independencia y la imparcialidad (A1), y A8 lo atribuye al descuido de las rutinas productivas, unas veces por intereses políticos o económicos y otras porque están demasiado estandarizadas y no fomentan los contenidos de calidad.

A3, A5, A9, A12, A13, A17, A18, A20, P1, P2, P3 y P4 coinciden en que uno de los factores que más influye en la pérdida de credibilidad es cuando la audiencia percibe que hay una voluntad de manipular a la opinión pública a través de la politización de la información, y se otorga un trato diferente a las noticias (selección temática, enfoque, orden y duración), en función del agente social o del partido político que protagoniza los hechos. A10 asegura que cuando sucede algo así una parte de la audiencia no se ve reflejada en cómo se cuentan las cosas y no se siente representada porque, según A12 y A13, percibe que el medio está al servicio del Gobierno o de un partido y pierde la confianza en los informativos. A4 también atribuye la pérdida de credibilidad a la utilización de fuentes poco solventes o cuando se buscan de forma intencionada para construir un relato que no se corresponde con la realidad.

3.2.5. Qué elementos la garantizan

A1, A2, A6, A7, A9, A10, A12, A18, P1, P4 y P5 coinciden en señalar dos elementos que garantizan la credibilidad: en primer lugar, el perfil de los cargos directivos y la estructura organizativa de la redacción, que deben responder en ambos casos a criterios profesionales; y, en segundo lugar, la existencia de mecanismos adecuados para que la dirección de informativos no intervenga en el trabajo de los redactores, más allá de lo necesario.

Además, A12 y A13 dicen que los mecanismos de autocontrol, los Consejos Informativos (o Consejos de Redacción), los Consejos Audiovisuales y los Consejos de Ciudadanía, a los que ya asignaban un papel importante para conseguir la credibilidad, tienen la responsabilidad de hacer un seguimiento y un control del trabajo periodístico y de la calidad de la información para que no se politicen las redacciones y se mantenga la confianza, por eso es necesario que estén integrados por personas independientes con trayectorias solventes. En cambio, A3 destaca la autoridad social en forma de capital adquirido que

acumula el medio porque le otorga una legitimidad que repercute en la credibilidad de los contenidos, algo que, según A4, A5, A6, A7, A9, A12, P1, P3 y P4 debe complementarse con la reputación y la solvencia de la trayectoria profesional de los redactores. Para A10 otro factor clave es mantener en todo momento la idea de servicio público, al margen de los cambios políticos, y para A2 combinar la oferta de temas que interesan a las mayorías con otros que son útiles para las minorías, un criterio que A12 denomina responsabilidad social.

3.2.6. Qué procedimientos la favorecen

A1, A3, A4, A5, A6, A8, A9, A12, A13, P1, P2 y P4 consideran necesario que haya unos procedimientos que permitan valorar el pluralismo y el rigor de los contenidos con unos métodos lo más objetivos posible, y unas rutinas productivas basadas en criterios profesionales que garanticen la calidad de la información. Para A1, A4, A5, A6, A7, A11 y P5 es importante la selección de los redactores, que debe estar basada exclusivamente en méritos y en capacidad, un requisito que A10 extiende a los directivos.

A12 y A19 incluyen las condiciones laborales y profesionales como un factor determinante, y A7, A8, A10, A11, A19, P1, P4 y P5 dicen que hay que mantener la independencia de organismos políticos y económicos para que no haya interferencias en la selección, en el enfoque y en el tratamiento de las noticias, y en el acceso a las fuentes. A9 y A12 recomiendan cuidar el periodismo de investigación, mientras que para A19 es relevante la rendición de cuentas. En cambio, para A6, A7, A8, A12, A16 y A17 es recomendable la existencia de libros de estilo que contemplen la aplicación de los códigos éticos, la existencia de un defensor del espectador con capacidades plenas y auditorías externas periódicas. A18 incluso propone una ley específica para garantizar que la televisión sea un servicio público, cuyo cumplimiento sea vigilado por profesionales desvinculados de las instituciones políticas y de sectores económicos.

4. Conclusiones

Las referencias teóricas expresadas y reconocidas por los diferentes autores como representativas de la credibilidad y del pluralismo permiten identificar y analizar ambos conceptos en un primer nivel, pero también demuestran que no existe un consenso para establecer unos parámetros universales para realizar una valoración precisa porque ambos valores tienen una dimensión subjetiva inherente. Tampoco existe consenso sobre los factores que los determinan, ni entre los expertos académicos en comunicación ni entre los profesionales entrevistados.

La mayoría de los valores que se asocian a la credibilidad no son objetivos, ni siquiera contrastables para la audiencia, porque no dispone de recursos para hacerlo. Las mismas dificultades aparecen al analizar el pluralismo, uno de los elementos que determina la credibilidad, porque intervienen factores cuantitativos y cualitativos, que están relacionados con el enfoque y con el tratamiento informativo de las noticias. Los expertos coinciden en que en muchos casos no hay una correspondencia entre el tratamiento formal de los puntos de vista y el enfoque informativo de las noticias.

Los resultados del grupo focal y de las entrevistas demuestran que hay una tendencia a vincular el pluralismo con los contenidos de carácter político, pero el pluralismo afecta a todos los ámbitos de la sociedad. En la televisión pública se presta mucha atención al pluralismo formal y esa fórmula favorece el control de los informativos porque posibilita la manipulación de los hechos y la politización de la información, por eso es necesario diferenciar entre los aspectos cuantitativos y los cualitativos, que son los que conforman la esencia del pluralismo, y también es importante diferenciar entre pluralismo político y pluralismo social.

La mayoría de los expertos coinciden en que la credibilidad, además de un valor subjetivo, es un atributo de carácter multidimensional en el que intervienen la confianza, la independencia, la veracidad y la transparencia. Y como depende de una percepción personal es una cuestión compleja porque influyen muchas circunstancias. Por eso, no es un valor absoluto, ni definitivo, es un valor temporal, y son muchos los factores que intervienen para conseguirla, mantenerla o perderla. Al mismo tiempo, es importante tener en cuenta que existen diferentes grados de credibilidad y distintos niveles de confianza. Además, puede existir credibilidad en el medio, en el programa, en el redactor y en el contenido de la noticia.

La credibilidad no depende sólo del enfoque o del tratamiento informativo de los hechos. Un medio o una noticia pueden tener diferentes valoraciones según las características de cada persona porque en el proceso de percepción influyen factores y condicionantes externos inherentes a cada espectador, como la formación (es necesario diferenciar entre audiencia pasiva y audiencia crítica) y la ideología, e incluso el contexto, que también condiciona las percepciones y las opiniones. Es importante tener en cuenta la variante ideológica porque los expertos reconocen que existe una tendencia a sintonizar con los enfoques afines, por eso muchas veces los espectadores se creen relatos informativos que no son veraces, pero concuerdan con sus construcciones de la realidad.

Otra de las conclusiones que se extrae de esta investigación es que, para los expertos, los índices de audiencia no están siempre vinculados con el grado de credibilidad. Aquí consideramos relevante una de las ideas aportadas, que destaca la importancia de diferenciar entre discurso oficial/público y discurso privado. Esta circunstancia dificulta conocer el grado de credibilidad que le otorgan muchos espectadores a las noticias porque mantienen un comportamiento que se corresponde con las normas establecidas en su entorno social o profesional y no muestran en público su opinión sobre temas conflictivos para no ser rechazados o criticados en determinados círculos. Es cierto que no existen investigaciones concluyentes que demuestren que el hecho de ser un espectador asiduo de un programa, en este caso un informativo, garantice que esa persona le otorga credibilidad (total o parcial) a sus contenidos. Además, los expertos también coinciden en que la credibilidad no se puede medir a través de la audiencia porque hay muchos factores subjetivos que influyen y no se contemplan en los audímetros.

El gran reto de la televisión pública es encontrar un mecanismo que le permita conocer con exactitud el grado de credibilidad que tienen sus informativos en los diferentes sectores de la sociedad y detectar las causas que la determinan, a partir de propuestas como la de Medina et al. (2023). Esta información sería muy útil para tomar decisiones acertadas en los Consejos de Redacción. Así se podría dar una respuesta adecuada a las necesidades informativas de la sociedad y cumplir con rigor y garantías la obligación de servicio público. En este sentido, sería interesante aprovechar las posibilidades que ofrecen los algoritmos y las evaluaciones de valor público que se están popularizando entre los medios de comunicación públicos europeos para desarrollar nuevas fórmulas que permitan medir aspectos de la audiencia que no es posible valorar con precisión con las métricas actuales, como es la credibilidad. También sería necesario establecer mecanismos de control para que el organigrama de TVE, que, desde el punto de vista teórico, dispone de elementos y recursos necesarios para garantizar la calidad y la pluralidad de la información, realizara sus funciones con criterios estrictamente informativos.

Contribución de Autores

Idea, X.S.; Revisión de literatura (estado del arte), M.R.; Metodología, F.C., M.R.; Análisis de datos, X.S., M.R.; Resultados, X.S.; Discusión y conclusiones, X.S., F.C., M.R.; Redacción (borrador original), X.S., M.R.; Revisiones finales, X.S., M.R., F.C.; Diseño del Proyecto y patrocinios, F.C.

Apoyos

Este artículo forma parte de las actividades del proyecto “Medios audiovisuales públicos ante el ecosistema de las plataformas: modelos de gestión y evaluación del valor público de referencia para España” (PID2021-122386OB-I00), financiado por el MCIN, AEI y FEDER, UE.

Referencias

- Appelman, A., & Sundar, S.S. (2016). Measuring message credibility. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 93(1), 59-79. <https://doi.org/10.1177/1077699015606057>
- Arlt, D. (2019). Who trusts the news media? Exploring the factors shaping trust in the news media in German-speaking Switzerland. *Studies in Communication Sciences*, 18(2), 231-245. <https://doi.org/10.24434/j.scoms.2018.02.003>
- Biltreyst, D. (2004). Public service broadcasting, Popular entertainment and the construction of trust. *European Journal of Cultural Studies*, 7(3), 341-362. <https://doi.org/10.1177/1367549404044787>
- Callejo-Gallego, J. (2015). El contrato de confianza con la información televisiva. *Estudios Sobre El Mensaje Periodístico*, 21(2), 969-986. https://doi.org/10.5209/rev_ESMP.2015.v21.n2.50896
- Calvo-Porrá, C., Martínez-Fernández, V.A., & Juanatey-Boga, Ó. (2014). Credibilidad de los medios de comunicación: análisis de la prensa diaria desde el comportamiento del consumidor. *Profesional de la Información*, 23, 300-310. <https://doi.org/10.3145/epi.2014.may.10>

- Camacho-Ordóñez, R. (2005). Quality television: Distinctiveness and audience. [Televisión de calidad: Distinción y audiencia]. *Comunicar*, 25, 29-32. <https://doi.org/10.3916/C25-2005-004>
- Campos-Rueda, M., & Goyanes, M. (2022). Public service media for better democracies: Testing the role of perceptual and structural variables in shaping citizens' evaluations of public television. *Journalism*. <https://doi.org/10.1177/14648849221114948>
- Daniller, A., Allen, D., Tallevi, A., & Mutz, D.C. (2017). Measuring trust in the press in a changing media environment. *Communication Methods and Measures*, 11(1), 76-85. <https://doi.org/10.1080/19312458.2016.1271113>
- Edelman (Ed.) (2022). *Edelman Trust Barometer 2022*. <https://bit.ly/3YVlK2m>
- Egerly, S. (2022). The head and heart of news avoidance: How attitudes about the news media relate to levels of news consumption. *Journalism*, 23(9), 1828-1845. <https://doi.org/10.1177/14648849211012922>
- Engelke, K.M., Hase, V., & Winterlin, F. (2019). On measuring trust and distrust in journalism: Reflection of the status quo and suggestions for the road ahead. *Journal of Trust Research*, 9(1), 66-86. <https://doi.org/10.1080/21515581.2019.1588741>
- Garusi, D., & Splendore, S. (2023). *Advancing a qualitative turn in news media trust research*. *Sociology Compass*. <https://doi.org/10.1111/soc4.13075>
- Gaziano, C., & McGrath, K. (1986). Measuring the concept of credibility. *Journalism Quarterly*, 63(3), 451-462. <https://doi.org/10.1177/107769908606300301>
- Goyanes, M. (2020). Antecedents of Incidental news exposure: the role of media preference, use and trust. *Journalism Practice*, 14(6), 714-729. <https://doi.org/10.1080/17512786.2019.1631710>
- Hameleers, M., & Brosius, A. (2022). You are wrong because I am right! The perceived causes and ideological biases of misinformation beliefs. *International Journal of Public Opinion Research*, 34(1). <https://doi.org/10.1093/ijpor/edab028>
- Hanitzsch, T., Van-Dalen, A., & Steindl, N. (2018). Caught in the Nexus: A Comparative and Longitudinal Analysis of Public Trust in the Press. *International Journal of Press/Politics*, 23(1), 3-23. <https://doi.org/10.1177/1940161217740695>
- Holtz-Bacha, C. (2021). Public service media under right-wing populist attack. *European Journal of Communication*, 36(3), 221-237. <https://doi.org/10.1177/0267323121991334>
- Hovland, C.I., Janis, I.L., & Kelley, H.H. (1953). *Communication and persuasion: Psychological studies of opinion change*. Yale University Press.
- Jakobsson, P., & Stiernstedt, F. (2023). Trust and the Media: Arguments for the (Ir)relevance of a Concept. *Journalism Studies*. <https://doi.org/10.1080/1461670X.2023.2169191>
- Krueger, R.A., & Casey, M.A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research*. Sage publications. <https://bit.ly/3F8NbOd>
- Lee, T.T. (2010). Why they don't trust the media: An examination of factors predicting trust. *American Behavioral Scientist*, 54(1), 8-21. <https://doi.org/10.1177/0002764210376308>
- Lunt, P., & Livingstone, S. (1996). Rethinking the focus group in media and communications research. *Journal of Communication*, 46(2), 79-98. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1996.tb01475.x>
- Masip, P., Suau, J., & Ruiz-Caballero, C. (2020). Percepciones sobre medios de comunicación y desinformación: Ideología y polarización en el sistema mediático español. *Profesional de la Información*, (5), 29-29. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.sep.27>
- Mateos, C. (2021). Percepción ciudadana del desorden informativo: Servicio público de televisión y ecosistema mediático. *OBETS*, 16(2), 417-434. <https://doi.org/10.14198/OBETS2021.16.2.12>
- Mateos-Martín, C., Lamuedra-Graván, M., & Broullón-Lozano, M.A. (2021). From 'Content Providers' to 'Key Social Structures': A Turn to practice in citizen's discourses on Televisión Española (TVE). *Zer*, 26, 55-78. <https://doi.org/10.1387/zer.23009>
- Medina, M., Etayo-Pérez, C., & Serrano-Puche, J. (2023). Categorías de confianza para los informativos televisivos e indicadores para su medición: Percepciones de grupos de interés en Alemania, España e Italia. *Revista Mediterránea de Comunicación*, 12(1), 307-324. <https://doi.org/10.14198/MEDCOM.23416>
- Miller, A., & Kurpius, D. (2010). A citizen-eye view of television news source credibility. *American Behavioral Scientist*, 54(2), 137-156. <https://doi.org/10.1177/0002764210376315>
- Moran, R.E., & Nechustai, E. (2022). Before reception: Trust in the news as infrastructure. *Journalism*, (3), 24-24. <https://doi.org/10.1177/14648849211048961>
- Newman, N., Fletcher, R., Robertson, C.T., Eddy, K., & Kleis-Nielsen, R. (2022). *Reuters Institute Digital News Report 2022*. Reuters Institute for the Study of Journalism. <https://bit.ly/3ZrcDqB>
- Parlamento Europeo (Ed.) (2022). *Flash Eurobarometer. News & Media Survey 2022*. European Parliament. <https://bit.ly/41D6gBG>
- Picone, I., & Donders, K. (2020). Reach or trust optimisation? A citizen trust analysis in the Flemish public broadcaster VRT. *Media and Communication*, 8, 348-358. <https://doi.org/10.17645/mac.v8i3.3172>
- Roses, S., & Farias-Battle, P. (2012). Credibilidad de los medios: un análisis bivariado de las opiniones de los españoles. *Revista Mediterránea de Comunicación*, 3(1), 79-104. <https://doi.org/10.14198/MEDCOM2012.3.06>
- Samuel-Azran, T., & Hayat, T. (2019). Online news recommendations credibility: The tie is mightier than the source. [La credibilidad de las noticias digitales: El vínculo es más impactante que la fuente]. *Comunicar*, 60, 71-80. <https://doi.org/10.3916/C60-2019-07>
- Strömbäck, J., Tsafati, Y., Boomgaarden, H., Damstra, A., Lindgren, E., Vliegenthart, R., & Lindholm, T. (2020). News media trust and its impact on media use: Toward a framework for future research. *Annals of the International Communication Association*, 44(2), 139-156. <https://doi.org/10.1080/23808985.2020.1755338>
- Suárez-Villegas, J.C., Rodríguez-Martínez, R., & Ramon-Vegas, X. (2020). Pluralismo informativo en la era de la deliberación digital: percepciones de periodistas y ciudadanos. *Profesional de la Información*, 29(5).

<https://doi.org/10.3145/epi.2020.sep.25>

- Suiter, J., & Fletcher, R. (2020). Polarization and partisanship: Key drivers of distrust in media old and new? *European Journal of Communication*, 35(5), 484-501. <https://doi.org/10.1177/0267323120903685>
- Thorson, K., Vraga, E., & Ekdale, B. (2010). Credibility in context: How uncivil online commentary affects news credibility. *Mass Communication and Society*, 13, 289-313. <https://doi.org/10.1080/15205430903225571>
- Vanacker, B., & Belmas, G. (2009). Trust and the economics of news. *Journal of Mass Media Ethics*, 24(2-3), 110-126. <https://doi.org/10.1080/08900520902885277>



www.bubuskiski.es



-  www.youtube.com/c/CanalBubuskiski
-  www.facebook.com/Bubuskiski
-  www.twitter.com/bubuskiski



Las cuatro P en Internet: Pornografía, plagio, piratería y permisos

The four P's on the Internet:

Pornography, plagiarism, piracy and permission

ID Dra. Sandra Liliana Cuervo-Sánchez. Investigadora, Cátedra UNESCO de Comunicación y Valores Educativos, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Guipúzcoa (España) (sandralliliana.cuervo@ehu.eus) (<https://orcid.org/0000-0003-3540-8615>)

ID Itxaro Etxague. Investigadora Predoctoral, Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Guipúzcoa (España) (itxaro.etxague@ehu.eus) (<https://orcid.org/0000-0002-5537-5278>)

RESUMEN

El acceso a la cultura juvenil por parte de los adolescentes se ha transformado en la medida en que las nuevas tecnologías en comunicación han venido introduciendo cambios en la manera de ofrecer los contenidos mediáticos. Los adolescentes acceden a más contenido y con mayor frecuencia. Sin embargo, a mayor exposición, mayores posibilidades de acciones de riesgo, como acceso a pornografía, plagio, piratería y omisión de los derechos de autor. El objetivo de este trabajo es determinar la frecuencia de estas acciones de riesgo referentes a los contenidos a los que acceden los menores y a las descargas realizadas en Internet analizando dicha frecuencia según el género, la edad y el contexto (España, Italia y Grecia). Para ello, se analizaron las respuestas de 2.529 adolescentes (1.264 chicas/1.262 chicos) de entre 10 y 17 años de España, Italia y Grecia. A nivel general, los chicos manifiestan realizar con mayor frecuencia acciones de riesgo, especialmente en referencia al acceso de contenidos de cultura juvenil, y, sobre todo, entre los 16 y 17 años. Respecto al contexto, la media más alta la presentan los participantes de Attica (Grecia) y de la Comunidad de Madrid (España), mientras que la más baja la presentan los de la Región de Marche (Italia) y Navarra (España). Los resultados indican que las diferencias en cuanto al género, a la edad y al contexto son estadísticamente significativos. Así, se resalta la importancia de trabajar en la educación en medios de comunicación desde una perspectiva de género.

ABSTRACT

Access to youth culture by adolescents has changed as new communication technologies have found new ways of offering media content to viewers. Adolescents today access more content more frequently. However, the greater their exposure, the higher the likelihood of this leading to risk behaviors such as access to pornography, plagiarism, piracy and copyright violation. The aim of the present study is, therefore, to determine the frequency of these risk behaviors linked to the Internet content accessed and downloaded by minors, analyzing this variable in accordance with gender, age and context (Spain, Italy and Greece). We analyzed the responses provided by 2,529 adolescents (1,264 girls/1,262 boys) aged between 10 and 17 years from Spain, Italy and Greece. In general, adolescent boys, especially those aged 16 and 17 years, reported engaging more frequently in risk behaviors, particularly in reference to accessing youth culture content. Likewise, in terms of context, the highest means were observed among participants from Attica (Greece) and the Madrid Region (Spain), whereas the lowest means were observed in the Marche Region (Italy) and Navarre (Spain). The results revealed statistically significant differences in terms of gender, age and context. Thereby, they highlight the importance of focusing on media education from a gender perspective.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Riesgos en Internet, adolescencia, pornografía, derechos de autor, piratería, plagio.
Risks on the Internet, adolescence, pornography, copyright, piracy, plagiarism.



1. Introducción

Internet es una de las tecnologías más transformadoras y de más rápido crecimiento que la humanidad haya conocido. El número de usuarios de Internet a nivel mundial pasó de ser de 2.387 millones en 2012 a 5.300 millones en 2022 (Statista, 2023). Los jóvenes entre 15 y 24 años son quienes más utilizan Internet (Kemp, 2022). De acuerdo con el informe de 2021 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), el porcentaje de personas usuarias de este grupo de edad que utilizan Internet es del 71% a nivel mundial y del 97% a nivel europeo. Otro desarrollo tecnológico que ha tenido gran impacto ha sido el auge de los Smartphones, así como la presencia casi continua de diversas redes sociales: dichas plataformas son utilizadas por una de cada tres personas en el mundo y más de dos tercios de todos los usuarios de Internet. Con 656 millones de usuarios activos, TikTok es la red social más popular en la actualidad, seguida de Instagram con 545 millones y Facebook con 416 millones de usuarios (Koetsier, 2021).

El uso masivo de las nuevas tecnologías en comunicación, o, en otras palabras, que cada vez más personas usen más tiempo algún tipo de dispositivo digital conectado a Internet, ha consolidado un modelo de cibercultura (Lévy, 2007) que ha permeado la mayoría de los espacios sociales a nivel mundial. A su vez, el desarrollo tecnológico ha traído consigo la ampliación de riesgos en el uso de Internet y los dispositivos digitales que, durante la etapa de la adolescencia, pueden desembocar en adicciones y problemas psicosociales (Díaz-López et al., 2020). Kurniasanti et al. (2019) plantean que el uso problemático de Internet se asocia a comportamientos similares a otras adicciones o usos problemáticos como síndrome de abstinencia, conductas compulsivas o deterioro de la vida cotidiana.

Los riesgos asociados al uso de Internet y los dispositivos móviles pueden enmarcarse en cuatro categorías. La primera, los riesgos de contenido, referidos al tipo de información a la que se accede. La segunda, los riesgos de contacto, relacionado con el tipo de relaciones interpersonales que se establecen en Internet. La tercera, los riesgos de conducta concernientes a las aptitudes (capacidades), actitudes (comportamientos) y acciones que se realizan en las diferentes plataformas y aplicaciones. Finalmente, la cuarta categoría es la de contratos, que tiene referencia con las compras, ventas, suscripciones y actividades financieras que se realizan en Internet (Livingstone & Stoilova, 2021). En esta investigación, centramos el análisis en la primera categoría, referida a los riesgos de contenido a los que se ve expuesta la comunidad adolescente y a los que acceden por interés propio. Dentro de esta categoría (los riesgos de contenido), centraremos el análisis en cuatro tipos específicamente: el acceso a la pornografía y a los juegos de azar; las acciones de plagio dentro del ámbito escolar y el consumo de la piratería. El acceso en estas cuatro áreas son las más recurrentes durante la adolescencia en la medida que corresponden al desarrollo psicosocial de las personas durante este ciclo de la vida (Andrie et al., 2019; García-Holgado & García-Peñalvo, 2018; Livingstone et al., 2011).

De este modo, teniendo en cuenta las investigaciones previas sobre las acciones de riesgo en el consumo mediático por parte de la comunidad adolescente (Andrie et al., 2021; Chu et al., 2019; Smahel et al., 2020), los objetivos de este estudio son, por una parte, determinar la frecuencia de acciones de riesgo referentes a los contenidos y a las descargas realizadas en Internet (relacionados con pornografía, plagio, piratería y permisos) y, por otra, analizar dicha frecuencia según el género, la edad y el contexto.

1.1. Antecedentes teóricos

1.1.1. Acceso a contenido para adultos: Consumo de pornografía y juegos

Durante la adolescencia, la exploración y la identidad sexual, así como la construcción del género, son aspectos vitales en el desarrollo del individuo; esto tiene repercusión en los contenidos que consumen en el mundo digital, que pueden ser de carácter pornográfico. De acuerdo con la investigación europea realizada por EU KIDS Online Network (Barbovschi et al., 2021), con una muestra de 21.964 jóvenes europeos de entre 9 y 16 años de edad, donde se indagó en el acceso a contenido pornográfico, el 33% de los participantes manifestó haber tenido acceso a dicho contenido en el último año. En el caso italiano, el porcentaje era más bajo (27%), mientras que en el caso español fue más alto (41%). En ambos contextos, los hombres manifestaron acceder más que las mujeres. Igualmente, en los dos países, los participantes de mayor edad accedieron más a este tipo de contenidos que los de menor edad. En España, el 25% de entre los 9 y 11 años y un 76% de entre los 15 y 16 años accedieron a estos contenidos. En el caso de Italia,

un 12% los más jóvenes y un 48% los de 15 y 16 años. Respecto a Grecia, el 27% de los adolescentes de entre 14 y 17 años indican consumirlo frecuentemente. Se reportó una diferencia significativa en cuanto al género, donde los chicos tenían 18 veces más probabilidades de estar expuestos con frecuencia a la pornografía en línea que las chicas (Andrie et al., 2021). Estos datos concuerdan con estudios similares a nivel europeo (Stanley et al., 2018) donde las tasas de visionado se encuentran entre el 19 y el 30%.

Estos resultados plantean un aumento en el acceso a contenido pornográfico. En el 2010, en un estudio previo realizado también por EU KIDS Online Network (Livingstone et al., 2011), respecto a la pregunta sobre el acceso a imágenes evidentemente sexuales online y offline, el 14% de los españoles manifestó haber tenido acceso, el 12% de los italianos y el 29% de los griegos. En dicho estudio, la media entre los países participantes fue del 23%; es decir, que en diez años el acceso al contenido evidentemente sexual ha aumentado en un 10% en Europa, un 15% en Italia y un 27% España.

Según Ballester et al. (2019), existen tres tipos de acceso a la pornografía: primero, un acceso accidental a través de publicidad emergente; segundo, un tipo de acceso intencionado a través de búsquedas en sitios web específicos; y un tercer tipo de acceso, ayudado por amigos o familiares. Entre los chicos españoles, la influencia de las amistades es el principal motivo de acceso a la pornografía, mientras que el acceso accidental es el más frecuente entre las chicas.

Otro de los contenidos para adultos a los que accede la comunidad adolescente son los relacionados con los juegos y apuestas online. De acuerdo con la investigación europea sobre estudios referentes a los juegos de azar realizada por Andrie et al. (2019), la comunidad adolescente vive en una sociedad donde existe fácil acceso a los juegos de azar y están socialmente aceptados como parte del entretenimiento. La legislación en muchos países es débil, al igual que los mecanismos utilizados por los sitios web para evitar el acceso de menores. En su análisis de 44 estudios sobre esta temática en Europa, los autores encontraron tasas de adicción al juego de entre el 0,2% y el 12,3% entre la comunidad adolescente.

Del mismo modo, los datos publicados en el European School Survey Project on Alcohol and Other Drugs (ESPAD) de 2019 revelaron que el 8% de los adolescentes había jugado frecuentemente en Internet (entre una vez al día y una vez al mes) durante los últimos 12 meses. En España, esta cifra fue del 4,2%, en Grecia del 4,9% y en Italia del 7,6%. Las diferencias de género observadas en relación con el juego online son significativas, siendo la cifra de los chicos en Europa del 12,5% frente al 2,7% de las chicas (ESPAD, 2020).

1.1.2. Plagio

Además de acceder a contenido para adultos, como pornografía o sitios web de apuestas, la comunidad adolescente también realiza plagio en su trabajo escolar y consume productos de los medios sin respetar los derechos de autor. Teniendo en cuenta la edad de nuestros participantes, en este artículo nos centramos en el plagio en el ámbito escolar.

El plagio se entiende como una práctica de riesgo que conlleva repercusiones jurídicas, ya que consiste en sustraer y apropiarse del trabajo de otra persona, acción que viola el código ético de la comunicación científica y se vincula con los riesgos de contenido a los que están expuestos los adolescentes de hoy. El plagio se entiende como una acción intencionada de copia y adjudicación de la autoría de lo que se sabe que es obra de otra persona y se vincula con un mal comportamiento escolar (Chu et al., 2019).

La causa y motivación más frecuente del plagio por parte del alumnado es la falta de interés por la materia, seguido por la falta de conocimiento y/o falta de comprensión del tema, habilidades de redacción deficientes y poca probabilidad de ser descubierto por la comunidad docente. Según Šprajc et al. (2017), otras razones que pueden incitar al alumnado a plagiar el trabajo de otra persona están vinculadas a su exposición a las tecnologías de la información, la facilidad con la que son capaces de apropiarse de la información y la paradoja entre el éxito académico, el fraude y la incapacidad de los docentes para detectar tales acciones. La presión familiar y social por obtener buenas notas, así como el prestigio asociado a la excelencia académica también pueden ser factores que motiven el plagio entre la comunidad adolescente en edad escolar, junto con la presión económica ligada al alto costo de la educación (Hayes & Introna, 2005; Ramzan et al., 2012).

1.1.3. Piratería

En cuanto a la piratería y el incumplimiento de los derechos de autor, la cultura digital permite el acceso a información de muy diversa calidad y procedencia, en varios idiomas. El acceso puede ser gratuito o solo por suscripción, pero en todos los casos es rápido e interconectado. Las personas usuarias se encuentran con múltiples posibilidades de seleccionar contenidos; sin embargo, en las industrias de la música, el audiovisual, el cinematográfico y los videojuegos, han surgido alternativas para evitar el pago por los contenidos a través de plataformas o sitios web que ofrecen acceso gratuito. El carácter gratuito de estos servicios para el usuario está vinculado a la evasión de pagos, así como al acceso a plataformas con software peligrosos. De tal forma, se ha considerado como delito tanto la distribución como el acceso a dichos contenidos. Sin embargo, en esta cuestión entran los debates sobre el libre acceso a la información (García-Holgado & García-Peñalvo, 2018). Asimismo, algunos adolescentes podrían optar por acceder a contenidos sin publicidad suscribiéndose a servicios online de acceso preferente mediante pagos realizados de forma fraudulenta o sin el consentimiento de sus progenitores.

A pesar de estos debates, la relación entre Internet, el acceso gratuito y la piratería, en la cual los usuarios se negaban a pagar por el contenido, ha disminuido a medida que se ha ampliado la gama de opciones de acceso legal. Las plataformas llamadas «video on demand» (VOD), como Netflix, HBO o Movistar+ se han popularizado permitiendo el acceso legal a series, películas, documentales y videos a través de la suscripción. Las suscripciones permiten acceder a una carta con costes relativamente bajos, especialmente en el caso de aquellas que permiten el acceso compartido entre varios usuarios (Sanz, 2020). Igualmente, las empresas de software y videojuegos generan una continua obsolescencia en las diferentes versiones de sus productos, de tal manera que se ha desvirtuado aún más la naturaleza de la piratería.

El consumo de música es una actividad que ocupa un lugar primordial en la cotidianidad de los adolescentes. Se realiza especialmente a través de los dispositivos móviles y por plataformas *streaming* con contenido legal (Soler & Oriola, 2019). La industria musical se ha adaptado y el consumo de música por suscripción ha desplazado en gran medida a las descargas de MP3, muy populares en el año 2000. Las principales razones para suscribirse a estas plataformas son el acceso ininterrumpido a los contenidos, el acceso con y sin conexión, la disponibilidad de millones de canciones y consumo de música bajo demanda. El éxito de estas plataformas ha hecho que el consumo ilegal de música se limite a tan solo un 30% de la población general. Sin embargo, entre los jóvenes a nivel mundial, las cifras son ligeramente superiores, con un 38% de los jóvenes entre 16 y 24 años reportando haber accedido a contenido musical sin respetar los derechos de autor; en la misma franja de edad, un 35% declara utilizar sitios ilegales o que infringen los derechos de autor para escuchar u obtener música (IFPI, 2021).

1.1.4. Permisividad y ubicuidad de la tecnología en la adolescencia

La experiencia de la adolescencia en la era de la información está ligada al uso constante de los medios digitales, los cuales compiten entre sí para atraer la atención de los usuarios a través de notificaciones (De-Bérail et al., 2019). El ocio, el entretenimiento y el aprendizaje conviven en una constante competencia entre plataformas y redes sociales que los adolescentes exploran en la privacidad y ubicuidad de sus teléfonos móviles, al margen de la supervisión adulta. Un solo dispositivo da acceso a una gama de diferentes medios tradicionales, incluyendo televisión, radio y prensa escrita, y los adolescentes manifiestan su desarrollo e independencia accediendo y publicando contenidos. Desde sus dispositivos personales, los adolescentes participan en una variedad de actividades diferentes, incluido el acceso a la cultura, el mantenimiento de amistades y la interacción con diferentes círculos sociales (Buckingham, 2020). Sin embargo, las acciones y conductas en la adolescencia se caracterizan por estar en la frontera del riesgo o la prohibición, característica que se refleja también en su uso de Internet (Díaz-López et al., 2020; Kurniasanti et al., 2019).

Los estudios centrados en el acceso de adolescentes y jóvenes a contenidos inadecuados coinciden en afirmar que existen ciertos aspectos transversales del desarrollo tecnológico que facilitan conductas de riesgo vinculadas a los contenidos. Estos aspectos incluyen la accesibilidad a través de Internet y Smartphones, la velocidad y la inmediatez del acceso a la información, la conectividad constante al contenido en línea, el acceso a la información a la carta y la privacidad de acceso que otorgan los

dispositivos digitales de uso personal (Andrie, 2019; Barbovski et al., 2021). De acuerdo con las investigaciones de Gairín-Sallán y Mercader (2017) y Díaz-López et al. (2020), la mayoría de los adolescentes coinciden en la baja supervisión que tienen por parte de sus padres y madres y en la carencia de horarios de uso. Curiosamente, ambas investigaciones concluyen que, a menor edad, menor supervisión por parte de los adultos mientras navegan o juegan on-line con otras personas.

Igualmente, desde una perspectiva feminista, se plantea que existen diferencias de género en cuanto a las experiencias en Internet, estando estas diferencias vinculadas a las creencias y valores patriarcales aún presentes en la sociedad actual. Por ejemplo, las mujeres están expuestas a actitudes sexistas en forma de acoso e insultos, y sus percepciones sobre el uso de Internet se asocian a la desprotección, la prevención y la autocensura (Torrecillas-Lacave et al., 2022).

Sin embargo, a pesar de la gravedad y urgencia del tema, las políticas públicas europeas de educación en medios tienden a centrarse en aspectos vinculados a la seguridad en Internet, dejando de lado aquellos asociados con el desarrollo del pensamiento crítico sobre el mundo virtual y la información (Vuorikari et al., 2022). De esta manera, la alfabetización mediática carece de los medios necesarios para garantizar su desarrollo en el currículo escolar y asegurar la inclusión de nuevas miradas docentes.

En este contexto, es importante analizar las conductas de riesgo de los adolescentes en el entorno digital, en particular las vinculadas al acceso a contenidos de riesgo, como la pornografía o la piratería, por ejemplo. La pregunta que debe hacerse es: ¿cuál es la asociación entre la frecuencia de estos comportamientos de riesgo y otras variables como el género, la edad y el contexto?

Teniendo en cuenta los resultados de investigaciones previas sobre conductas de riesgo online entre adolescentes (Andrie et al., 2021; Chu et al., 2019; Smahel et al., 2020), los objetivos del presente estudio son, en primer lugar, determinar la frecuencia de conductas de riesgo vinculadas a contenidos y descargas en línea (vinculados a pornografía, plagio, piratería, permiso) y, en segundo lugar, analizar dicha frecuencia según el género, la edad y el contexto.

2. Metodología

2.1. Diseño de investigación

Para lograr dichos objetivos, se ha realizado una investigación descriptiva ex post facto, transversal, cuantitativa y exploratoria. De este modo, se ha buscado el análisis y estudio de los fenómenos mencionados, así como la identificación de relaciones entre diferentes variables. Se ha utilizado un cuestionario online (White et al., 2001), siguiendo las recomendaciones de Lumsden (2007) y Norman et al. (2001) para su diseño. Este cuestionario ha sido utilizado y validado en varias investigaciones (Lareki et al., 2017a; Lareki et al., 2017b; Martínez de Morentin et al., 2021).

2.2. Muestra

La muestra está compuesta por 2.529 participantes de entre 10 y 17 años pertenecientes a diferentes contextos: Comunidad Autónoma Vasca (CAV –España–) (n=972, 38,4%), Comunidad Foral de Navarra –España– (n=389, 15,4%), Galicia –España– (n=512, 20,2%), Cantabria –España– (n=149, 5,9%), Comunidad de Madrid –España– (n=114, 4,5%), Región de Marche –Italia– (n=102, 4%) y Attica –Grecia– (n=291, 11,5%)¹.

El rango de la población que se seleccionó en la muestra responde a la clasificación de la adolescencia temprana (10-14 años) y mediana (15-17 años) adoptada por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Asimismo, investigaciones sobre el uso de Internet y los teléfonos móviles sostienen que el uso del teléfono móvil y acceso a Internet comienza a partir de los 10 años dentro de la adolescencia (George et al., 2020).

Respecto al género, el 50% son chicas (n=1.264), el 49,9%, chicos (n=1.262) y el 0,1% (n=3) no han respondido a esta pregunta. Asimismo, 191 participantes (7,6%) tienen diez años, 317 (12,5%), once, 507 (20%), doce, 462 (18,3%), trece, 443 (17,5%), catorce, 415 (16,4%), quince, 139 (5,5%), dieciséis y 54 (2,1%), diecisiete, respectivamente. La muestra fue seleccionada por conveniencia en todos los contextos, dentro de la región mediterránea del sur de Europa.

2.3. Instrumento

El instrumento utilizado para la recogida de datos ha sido un cuestionario online titulado «Anomia digital. Uso de las tecnologías digitales y comportamientos inadecuados» compuesto por un total de 39 ítems distribuidos en 5 dimensiones: hábitos de uso, contenidos y descargas, gestión de datos, relaciones y publicaciones (Martínez de Morentin et al., 2018). Dentro del protocolo, en todos los contextos se explicó y resolvieron dudas a los participantes sobre el sentido de las frases y la escala utilizada en cada ítem. Para adecuarnos mejor al objetivo de esta investigación, en este estudio, se ha seleccionado la dimensión referente a contenidos y descargas, la cual está compuesta por 6 ítems. Estos 6 ítems se refieren a: consumo de contenido para adultos (primer ítem), derechos de autor (segundo ítem), consumo de piratería (tercer ítem), acciones en Internet sin el permiso de sus padres(s)/madre(s) (cuarto, quinto y sexto ítem). Los y las participantes calificaron la frecuencia con la que realizan las acciones descritas en una escala tipo Likert de 4 opciones: (1) nunca, (2) pocas veces, (3) muchas veces, (4) siempre. El valor de Alfa de Cronbach de todo el cuestionario es de .665; la dimensión de contenidos y descargas de .763. La fiabilidad mencionada es el resultado de las puntuaciones del cuestionario que agrupa a los ítems objeto de estudio. Un valor mayor a 0,6, por lo general, indica una confiabilidad razonable de consistencia interna (Huh et al., 2006; Malhotra, 2008).

2.4. Procedimiento y análisis de datos

Se informó tanto a los equipos directivos de las escuelas como al alumnado, obteniendo la aceptación de los mismos. Así mismo, se obtuvo el consentimiento informado del alumnado siguiendo el informe favorable emitido por el Comité de Ética respecto al cuestionario y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. El cuestionario fue cumplimentado por el alumnado en horario de clase y supervisado por un docente de las distintas escuelas y por un miembro del equipo de investigación. En todos los contextos se solicitó el consentimiento de los padres a los menores de edad. En el primer ítem sobre consumo de contenido de adulto se clarificó que las páginas de adultos se relacionaban con el acceso a la pornografía.

Para analizar los datos recogidos se ha utilizado el programa estadístico SPSS (versión 24). Se ha realizado la exploración de estadísticos descriptivos por cada variable, la comparación de medias para grupos independientes (Test-t), su tamaño del efecto (d de Cohen) y análisis de varianza (ANOVA).

3. Resultados

En esta sección se explican los resultados obtenidos en este estudio. Primero, señalaremos los estadísticos descriptivos de las acciones de riesgo referidas a los contenidos y a las descargas (Tabla 1). Después, analizaremos dichas acciones según el género (Tabla 2), según la edad (Tablas 3 y 4) y según el contexto (Tablas 5 y 6).

	M	(SD)	Nunca		Pocas veces		Muchas veces		Siempre		Total	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
			Accedo a contenidos para adultos (juegos para mayores, páginas de adultos, etc.).	1,59	.95	1.653	66,3	416	16,7	219	8,8	207
Copio trabajos de Internet sin indicar el autor.	1,69	.89	1.362	54,5	685	27,4	312	12,5	139	5,6	2.498	100
Descargo películas, música, etc. de Internet de lugares no permitidos.	1,80	1.05	1.399	56,3	477	19,2	322	13,0	285	11,5	2.483	100
Bajo aplicaciones o programas de pago sin el permiso de mis padres/educadores.	1,19	.60	2.210	88,6	155	6,2	64	2,6	65	2,6	2.494	100
Uso las claves de mis padres u otros adultos para acceder a Internet sin permiso.	1,13	.46	2.258	90,4	169	6,8	45	1,8	25	1,0	2.497	100
Compro por Internet sin permiso utilizando las cuentas o claves de un adulto.	1,08	.37	2.362	94,8	90	3,6	16	.6	23	.9	2.491	100

La Tabla 1 nos muestra las acciones de riesgo referentes a contenidos y descargas. Podemos destacar tres acciones con una media más elevada que el resto (mínimo = 1; máximo = 4): el consumo de contenido

para adultos («accedo a contenido para adultos», $M=1,59$), falta de reconocimiento de los derechos del autor («copio trabajos sin identificar el autor», $M=1,69$) y descargas y consumo de piratería («descargas de lugares no permitidos», $M=1,80$). Por el contrario, con una diferencia de entre 0,5-0,6 puntos entre los dos conjuntos, las acciones inadecuadas relacionadas con la mediación muestran una media más baja: «descargas de aplicaciones/programas de pago sin permiso» ($M=1,19$), «usar claves de algún adulto para el acceso» ($M=1,13$) y «realizar compras en Internet con claves de algún adulto» ($M=1,08$).

Si profundizamos en los ítems y analizamos la frecuencia con la que realizan cada acción, también se distinguen dos bloques: más del 30% de los participantes ha consumido alguna vez contenido para adultos (ítem 1), no ha respetado los derechos de autor (ítem 2) y ha realizado consumos de piratería (ítem 3). Dentro de este conjunto, el 8,3 % ($n=207$) siempre accede a contenidos para adultos, el 5,6% ($n=139$) siempre copia trabajos de Internet sin mencionar el autor o la autora, y el 11,5% ($n=285$) siempre realiza descargas ilegales.

En contraste, respecto a los tres ítems restantes referentes a la realización de acciones sin permiso, alrededor del 90% de los participantes nunca ha realizados tales acciones: el 88,6% ($n=2.210$) nunca ha bajado aplicaciones de pago sin permiso de un adulto, el 90,4% ($n=2.258$) nunca ha usado las claves de sus padres u otros adultos para acceder a Internet sin permiso y el 94,8% nunca ha realizado ninguna compra online utilizando las cuentas de un adulto.

La Tabla 2 muestra las acciones de riesgo según el género. Podemos observar que los chicos, con una media de 1,49, realizan más contenidos y descargas de riesgo que las chicas, las cuales tienen una media de 1,32. Esta diferencia es estadísticamente significativa: $p<.00$; igualmente, su tamaño del efecto, con un valor de $d=.37$, se sitúa entre débil ($d=.20$) y moderado ($d=.50$) (Cohen, 1988).

Tabla 2. Acciones de riesgo referentes a contenidos y descargas según el género

Género	N	Media	SD	Media de error estándar	t	Sig. (bilateral)	D-Cohen
Chicos	1.214	1,49	.53	.01	9,30	.00	.37
Chicas	1.233	1,32	.37	.01			

Asimismo, analizamos las diferencias según la edad (Tabla 3). Los resultados revelan que, a mayor edad, se realizan más acciones de riesgo, ya que se observa cómo aumenta la media a medida que avanzamos en edad. La mayor diferencia ocurre al pasar de los 12 a los 13 años, con una diferencia de 0,21 puntos, seguido por el cambio de 15 a los 16 años, con una diferencia de 0,19 puntos y, después, de los 14 a los 15, con 0,1 puntos de diferencia. La estadística nos dice que estas diferencias son significativas ($p=.00$; $\eta^2=.20$).

Tabla 3. Acciones de riesgo referentes a contenidos y descargas según la edad

Edad	N	M	SD	Error estándar	ANOVA		
					F (entre grupos)	Sig. (entre grupos)	Eta cuadrado
10	185	1,12	.23	.01	88,45	.00	.20
11	306	1,13	.24	.01			
12	493	1,23	.32	.01			
13	451	1,44	.46	.02			
14	432	1,52	.47	.02			
15	397	1,62	.48	.02			
16	136	1,81	.54	.04			
17	49	1,86	.58	.08			
Total	2.449	1,41	.46	.00			

Igualmente, hemos analizado las semejanzas y las diferencias que puede haber entre ciertos grupos de edad. Así, en la Tabla 4, podemos ver cómo se diferencian cuatro subgrupos: en un primer grupo, y con las medias más bajas, se encuentran los participantes más jóvenes (10, 11 y 12 años). En el segundo bloque, nos encontramos con unos valores medios que agrupan a los participantes de 13 y 14 años. En el tercero, también con valores medios pero que van en aumento, los de 14 y 15 años. Por último, en el cuarto grupo, se sitúan los participantes de 16 y 17 años, con las medias más altas. En consecuencia, se comprueba que las acciones de riesgo aumentan progresivamente desde los 10 hasta los 17 años.

Tabla 4. Medias de los grupos en los subconjuntos homogéneos según la edad

Edad	N	Subconjunto para alfa=0.05			
		1	2	3	4
10	185	1,12			
11	306	1,13			
12	493	1,23			
13	451		1,44		
14	432		1,52	1,52	
15	397			1,62	
16	136				1,81
17	49				1,86

Por tanto, podemos decir que los chicos ($M=1,49$) realizan más contenidos y descargas de riesgo que las chicas ($M=1,32$) y que las acciones de riesgo aumentan progresivamente desde los 10 hasta los 17 años, por lo que, a mayor edad, se realizan más acciones de riesgo. Por tanto, los chicos con mayor edad serían los usuarios que más acciones de riesgo realizan.

Tabla 5. Acciones de riesgo referentes a contenidos y descargas según el contexto

Contexto	N	Media	SD	Error estándar	ANOVA		
					F (entre grupos)	Sig. (entre grupos)	Eta cuadrado
CAV (España)	942	1,29	.40	.01	31,76	.00	.07
Navarra (España)	378	1,39	.39	.02			
Galicia (España)	505	1,42	.47	.02			
Madrid (España)	109	1,57	.48	.04			
Attica (Grecia)	278	1,69	.57	.03			
Región de Marche (Italia)	96	1,38	.46	.04			
Cantabria (España)	142	1,51	.47	.03			
Total	2.450	1,41	.46	.00			

La Tabla 5 muestra los contenidos y descargas de riesgo según el contexto. La media más alta la presentan los participantes de Attica ($M=1,69$), seguidos por los de la Comunidad de Madrid ($M=1,57$) y Cantabria ($M=1,51$). En cambio, con la media más baja se observan los participantes de la Comunidad Autónoma Vasca (CAV) ($M=1,29$), seguidos de la Región de Marche ($M=1,38$) y Navarra ($M=1,39$). Estas diferencias son estadísticamente significativas: $F=31,76$; $p=.00$; $\eta^2=.07$.

Tabla 6. Relación entre las medias de cada contexto

Contexto (I)	Contexto (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	D-Cohen
Comunidad Autónoma Vasca (CAV)	Navarra	.10*	.02	.00	0,25
	Galicia	.12*	.02	.00	0,29
	Madrid	.27*	.04	.00	0,67
	Attica	.39*	.03	.00	0,88
	Región de Marche	.08	.04	.58	
	Cantabria	.21*	.04	.00	0,52
Navarra	Galicia	.02	.03	.97	
	Madrid	.17*	.04	.00	0,41
	Attica	.29*	.03	.00	0,60
	Región de Marche	.01	.05	1,00	
	Cantabria	.11	.04	.13	
Galicia	Madrid	.14*	.04	.03	0,30
	Attica	.26*	.03	.00	0,51
	Región de Marche	.04	.05	.97	
	Cantabria	.08	.04	.37	
Comunidad de Madrid	Attica	.11	.05	.23	
	Región de Marche	.19*	.06	.03	0,40
	Cantabria	.06	.05	.94	
Attica	Región de Marche	.31*	.05	.00	0,56
	Cantabria	.17*	.04	.00	0,32
Región de Marche	Cantabria	.13	.05	.29	

Por último, analizamos si la relación entre las medias referentes a cada contexto es estadísticamente significativa (Tabla 6). Podemos observar que, en el caso de la CAV, todos los casos son estadísticamente significativos (CAV-Navarra, $p < .00$; CAV-Galicia, $p < .00$; CAV-Madrid, $p < .00$; CAV-Attica, $p < .00$), exceptuando la relación entre CAV e Italia. En cuanto a la Comunidad Foral de Navarra, se presentan tres casos que son estadísticamente significativos (Navarra-CAV, $p < .00$; Navarra-Madrid, $p < .00$; Navarra-Attica, $p < .00$), así como en el caso de Galicia (Galicia-CAV, $p < .00$; Galicia-Madrid, $p < .03$; Galicia-Grecia, $p = .00$). Siguiendo con la Comunidad de Madrid, sumando a los casos estadísticamente significativos ya mencionados anteriormente (Madrid-CAV; Madrid-Navarra; Madrid-Galicia), nos encontramos con un caso más (Madrid-Región de Marche, $p < .03$). Asimismo, los resultados referentes a Attica y la Región de Marche ($p < .00$) y Attica y Cantabria ($p < .00$) también se presentan estadísticamente significativos. Por último, teniendo en cuenta las relaciones ya mencionadas entre la región de Marche y los demás contextos, podemos decir que la relación de su media con la de Cantabria no es estadísticamente significativa. En general, su tamaño del efecto se sitúa entre débil ($d = .20$) y moderado ($d = .50$) (Cohen, 1988).

4. Discusión y conclusiones

Los riesgos relacionados con los contenidos a los que accede la comunidad adolescente están relacionados con las actividades que más realizan en Internet. Acceder a contenidos de ocio y entretenimiento es la acción que la comunidad adolescente realiza con más frecuencia a través de sus dispositivos móviles. En este sentido, las acciones de riesgo de ese uso frecuente son, en mayor medida, las de acceder a sitios web o plataformas para el consumo de música, series, películas y juegos (Soler & Oriola, 2019). Esto coincide con los resultados de esta investigación, donde las medias más altas se encuentran en descarga de música y películas de sitios no permitidos, seguida de acciones de plagio y acceso a contenido para adultos. Al igual que otras investigaciones, alrededor del 30% de los y las participantes han consumido contenido para adultos, no han respetados los derechos de autor y han realizado piratería. En cuanto al acceso a contenidos para adultos, los factores contextuales vinculados a la adolescencia, como la exploración de la propia sexualidad, el interés por asumir riesgos, traspasar límites y la desobediencia, deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados. El desinterés, la facilidad y la baja probabilidad de ser descubierto en la realización de plagio se vinculan con el ítem sobre el respeto a los derechos de autor; y los resultados en cuanto al acceso a la piratería podrían interpretarse como una de las consecuencias del elevado coste de los contenidos transmedia antes de la aparición de las plataformas VOD.

Nuestros resultados contribuyen a la teoría de los riesgos relacionados con el uso de Internet entre la comunidad adolescente, específicamente en relación con el acceso a contenidos e información, así como a los riesgos de conducta vinculados a las acciones realizadas en diferentes plataformas y aplicaciones (Livingstone et al., 2011; Winstone et al., 2022). Igualmente, los resultados permitieron cumplir los objetivos del estudio, proporcionando información sobre la frecuencia de las acciones de riesgo, especialmente en relación con los contenidos y las descargas (pornografía, plagio, piratería y permiso), según el género, la edad y el contexto.

La diferencia estadísticamente significativa ($p < .001$) por género (chicos = 1,49; chicas = 1,32) coincide con investigaciones previas, donde los chicos acceden en mayor medida y con mayor frecuencia a la pornografía y a los juegos de azar (Ballester et al., 2019; Mateu, 2016). Estas diferencias por género podrían estar relacionadas con estereotipos culturales sobre la exploración de la sexualidad a través de contenido explícitamente sexual por parte de los chicos, y el juego como una práctica socio-culturalmente aceptada e identificada como de bajo riesgo (Andrei et al., 2019). A la hora de interpretar estos resultados, también es conveniente tener en cuenta las conclusiones extraídas de estudios previos, los cuales manifiestan que los chicos tienden a acceder a contenido para adultos como resultado de una búsqueda intencionada, mientras que las chicas tienden a acceder a él a través de publicidad emergente en páginas web, repercutiendo, en algunos casos, de manera negativa a su estado de ánimo (Barbovski et al., 2021). Estas diferencias, tanto en el uso como en las vías de acceso, deberían tenerse en cuenta en el diseño de políticas educativas o estrategias de alfabetización digital centradas en el uso adecuado de

Internet. Las intervenciones deberían incluir una perspectiva de género, ya que, como afirman Estanyol et al. (2023), hombres y mujeres interactúan con los medios de manera diferente, al menos durante la adolescencia. Las políticas educativas deberían incluir estrategias destinadas a sensibilizar y concienciar sobre los daños que provocan las conductas de riesgo en la adolescencia, y a empoderar a las personas para afrontar las experiencias desagradables que hayan vivido, así como para explorar las posibilidades que ofrece Internet en términos de crecimiento y desarrollo personal (Buckingham, 2020; Torrecillas-Lacave et al., 2022). En otras palabras, las políticas educativas deben buscar fortalecer la resiliencia ante las experiencias negativas que involucran los medios digitales (Livingstone & Stoilova, 2021).

Respecto a las diferencias por edad, los resultados también concuerdan con investigaciones previas (IFPI, 2021), en las cuales los jóvenes de entre los 16 y 25 años de edad son más proclives a realizar acciones de riesgo vinculadas al acceso a contenido mediático de ocio y entretenimiento en línea. En términos de contenido sexualmente explícito, Barbovschi et al. (2021) y la ESPAD (2020) encontraron que las acciones de riesgo son más frecuentes entre los jóvenes de 15 a 16 años. Estos resultados podrían ser interpretados a la luz de las características de los estadios de la adolescencia que propone Sullivan (1974): pre-adolescencia, adolescencia temprana y adolescencia tardía, donde en esta última se asumen mayores rasgos de la vida adulta.

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre las diferencias de género y edad en el consumo inadecuado de contenidos van en línea con los de Lareki et al. (2017a), que señalan la existencia de dos perfiles diferentes de usuarios adolescentes en cuanto a la percepción de riesgo respecto a acciones inadecuadas relacionadas en la red: por un lado, un grupo mayoritario conformado por adolescentes más jóvenes con predominio de chicas, y, por otro, un grupo minoritario conformado por adolescentes de mayor edad, preferentemente chicos. Este segundo grupo tiende a percibir menos gravedad en las conductas inapropiadas en el uso de la tecnología que el primero. Se podría intuir que la poca percepción de gravedad sobre ciertas acciones puede influir en que su frecuencia de realización sea mayor.

Respecto a las acciones de riesgo relacionadas con la realización de acciones sin permisos de sus progenitores o educadores, es reseñable que más de un 10% de los participantes afirman haber descargado aplicaciones o programas sin permiso, usando claves de padres, madres o adultos para acceder a Internet sin permiso y comprando por Internet sin permiso utilizando cuentas o claves de una persona adulta. Si bien no se cuenta con investigaciones previas en España y Europa en relación con este tipo específico de acciones, estos resultados se asocian, al menos en términos porcentuales, con la frecuencia de las tasas de acceso reportadas para el resto de ítems de esta dimensión. De esta manera, se podría interpretar que, al menos en términos de frecuencia, todas las conductas de riesgo analizadas en el presente estudio están relacionadas.

Respecto a las diferencias de los resultados según el contexto, existe una diferencia significativa entre todos los contextos ($F=31,76$; $p<.00$; $\eta^2=.07$). En la prueba post-doc, sin embargo, no todos los casos son significativos. Investigaciones previas en el contexto europeo (Andrie et al., 2019; Barbovschi et al., 2021, Livingstone et al., 2011) ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar políticas educativas que, más que ser de carácter general, respondan a necesidades contextuales, ya que todas las regiones, incluso aquellas ubicadas en un mismo país, tienen sus propias dinámicas socioculturales específicas, como en efecto lo confirman los resultados del presente estudio. Asimismo, en los resultados de este estudio no se encontró que las similitudes socioculturales que puedan existir entre las regiones mediterráneas de Europa tengan un impacto estadísticamente significativo. Nuestros resultados, por lo tanto, indican que, a pesar de la naturaleza transcultural del estudio, esta variable no explica las diferencias y similitudes observadas.

Una de las limitaciones de este estudio es la selección por conveniencia de las muestras en los diferentes contextos. Es posible que las investigaciones futuras deseen utilizar el instrumento con muestras estadísticamente más amplias para permitir la generalización de los resultados.

Notas

¹ Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=175,771. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Contribución de Autores

Idea, S.C., I.E.; Revisión de literatura (estado del arte), S.C.; Metodología, I.E.; Análisis de datos, I.E.; Resultados, I.E.; Discusión y conclusiones, S.C.; Redacción (borrador original), S.C., I.E.; Revisiones finales, S.C., I.E.

Apoyos

Este trabajo fue realizado con la ayuda recibida de la convocatoria de Ayudas a los Grupos de Investigación de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) (Ref. GIU 20/053) y de la Agencia Estatal de Investigación (MINECOG20/P61/AEI/ 10.13039/501100011033), y la Convocatoria de contratación para la formación de personal investigador en la UPV/EHU (2018).

Referencias

- Andrie, E.K., Sakou, I.I., Tzavela, E.C., Richardson, C., & Tsitsika, A.K. (2021). Adolescents' online pornography exposure and its relationship to sociodemographic and psychopathological correlates: A cross-sectional study in six European countries. *Children*, 8(10), 1-16. <https://doi.org/10.3390/children8100925>
- Andrie, E.K., Tzavara, C.K., & Tzavela, E. (2019). Gambling involvement and problem gambling correlates among European adolescents: results from the European Network for Addictive Behavior study. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 54(11), 1429-1441. <https://doi.org/10.1007/s00127-019-01706-w>
- Ballester, L., Orte, C., & Pozo, R. (2019). Nueva pornografía y cambios en las relaciones interpersonales de adolescentes y jóvenes. In L. Ballester, C. Orte, & R. Pozo (Eds.), *Vulnerabilidad y resistencia: Experiencias investigadoras en comercio sexual y prostitución* (pp. 249-284). Universitat de les Illes Balears. <https://bit.ly/3Zkds48>
- Barbovschi, M., Bhroin, N.N., Chronaki, D., Ciboci, L., Farrugia, L., Lauri, M.A., Sevciková, A., Staksrud, E., Tsaliki, L., & Velicu, A. (2021). *Young people's experiences with sexual messages online. Prevalence, types of sexting and emotional responses across European countries*. EU Kids Online and the Department of Media and Communication, University of Oslo. <https://bit.ly/42n6Dkc>
- Buckingham, D. (2020). Rethinking digital literacy: Media education in the age of digital capitalism. *Digital Education Review*, 37, 230-239. <https://doi.org/10.1344/der.2020.37.230-239>
- Chu, S.K.W., Hu, X., & Ng, J. (2019). Exploring secondary school students' self-perception and actual understanding of plagiarism. *Journal of Librarianship and Information Science*, 52(3), 806-817. <https://doi.org/10.1177/0961000619872527>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-10517-X>
- De-Bérail, P., Guillon, M., & Bungener, C. (2019). The relations between YouTube addiction, social anxiety and parasocial relationships with Youtubers: A moderated-mediation model based on a cognitive-behavioral framework. *Computers in Human Behavior*, 99, 190-204. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.05.007>
- Díaz-López, A., Maquilón-Sánchez, J., & Mirete-Ruiz, A. (2020). Maladaptive use of ICT in adolescence: Profiles, supervision and technological stress. [Uso desadaptativo de las TIC en adolescentes: Perfiles, supervisión y estrés tecnológico]. *Comunicar*, 64, 29-38. <https://doi.org/10.3916/C64-2020-03>
- ESPAD (Ed.) (2019). *ESPAD Report 2019: Additional Tables*. Publications Office of the European Union. <https://bit.ly/3mk2iOu>
- Estanyol, E., Montaña, M., Fernández-De-Castro, P., Aranda, D., & Mohammadi, L. (2023). Digital competence among young people in Spain: A gender divide analysis. [Competencias digitales de la juventud en España: Un análisis de la brecha de género]. *Comunicar*, 74, 113-123. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-09>
- Gairín-Sallán, J., & Mercader, C. (2017). Usos y abusos de las TIC en los adolescentes. *Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 125-125. <https://doi.org/10.6018/rie.36.1.284001>
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F.J. (2018). Gestión del conocimiento abierto mediante ecosistemas tecnológicos basados en soluciones. In *Ecosistemas del Acceso Abierto* (pp. 147-160). Ediciones Universidad de Salamanca. <https://bit.ly/3YgbY9V>
- George, M.J., Jensen, M.R., Russell, M.A., Gassman-Pines, A., Copeland, W.E., Hoyle, R.H., & Odgers, C.L. (2020). Young adolescents' digital technology use, perceived impairments, and well-being in a representative sample. *The Journal of Pediatrics*, 219, 180-187. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2019.12.002>
- Hayes, N., & Introna, L. (2005). Cultural values, plagiarism, and fairness: When plagiarism gets in the way of learning. *Ethics & Behavior*, 15(3), 213-231. https://doi.org/10.1207/s15327019eb1503_2
- Huh, J., Delorme, D.E., & Reid, L.N. (2006). Perceived third-person effects and consumer attitudes on preventing and banning DTC advertising. *Journal of Consumer Affairs*, 40(1), 90-116. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6606.2006.00047.x>
- IFPI (Ed.) (2021). *Engaging with Music*. <https://bit.ly/3YdenC9>
- ITU (Ed.) (2021). *Measuring digital development. International*. Telecommunication Union. <https://bit.ly/3YaQl10>
- Kemp, S. (2022). *Digital 2022: Global overview report*. We Are Social. <https://bit.ly/3Zvin1q>
- Koetsier, J. (2021). *Top 10 Most Downloaded Apps and Games of 2021: TikTok, Telegram Big Winners*. FORBES. <https://bit.ly/3INqobVV>
- Kurniasanti, K.S., Assandi, P., Ismail, R.I., Nasrun, M.W.S., & Wiguna, T. (2019). Internet addiction: A new addiction? *Medical Journal of Indonesia*, 28(1), 82-91. <https://doi.org/10.13181/mji.v28i1.2752>
- Lareki, A., Altuna, J., Martínez-De-Morentin, J., & Amenabar, N. (2017a). Young people and digital services: Analysis of the use, rules, and age requirement. *Children and Youth Services Review*, 79, 126-131. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2017.06.002>
- Lareki, A., Martínez-De-Morentin, J., Altuna, J., & Amenabar, N. (2017b). Teenagers' perception of risk behaviors regarding digital technologies. *Computers in Human Behavior*, 68, 395-402. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.004>

- Lévy, P. (2007). *Cibercultura: La cultura de la sociedad digital*. Anthropos.
- Livingstone, S., Haddon, L., Görzig, A., & Ólafsson, K. (2011). *Risks and safety on the internet: The perspective of European children*. Full findings. LSE, EU Kids Online. <https://bit.ly/3EN49BJ>
- Livingstone, S., & Stoilova, M. (2021). *The 4Cs: Classifying online risk to children*. CO:RE - Children Online: Research and Evidence. <https://doi.org/10.21241/ssoar.71817>
- Lumsden, J. (2007). Online-questionnaire design guidelines. In *Handbook of research on electronic surveys and measurements* (pp. 44-64). Hershey. <https://doi.org/10.4018/978-1-59140-792-8.ch005>
- Malhotra, N. (2008). *Investigación de Mercados*. Pearson Education. <https://bit.ly/3YVflmU>
- Martínez-De-Morentin, J.I., Lareki, A., & Altuna, J. (2021). Risks associated with posting content on the social media. *IEEE Revista Iberoamericana de tecnologías del Aprendizaje*, 16, 77-83. <https://doi.org/10.1109/RITA.2021.3052655>
- Martínez-De-Morentin, J.I., Lareki, A., Altuna, J., & Amenabar, N. (2018). *Cuestionario "Anomia digital. Uso de las tecnologías digitales y comportamientos inadecuados"*. Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
- Mateu, J. (2016). Análisis sobre el aumento de las apuestas deportivas en adolescentes estudiantes y las conductas de riesgo asociadas. *Actividad física y deporte: Ciencia y profesión*, 24, 41-52. <http://bit.ly/3kHGDiA>
- Norman, K.L., Friedman, Z., Norman, K., & Stevenson, R. (2001). Navigational issues in the design of online self-administered questionnaires. *Behaviour & Information Technology*, 20(1), 37-45. <https://doi.org/10.1080/01449290010021764>
- Ramzan, M., Munir, M.A., Siddique, N., & Asif, M. (2012). Awareness about plagiarism amongst university students in Pakistan. *Higher Education*, 64, 73-84. <https://doi.org/10.1007/s10734-011-9481-4>
- Sanz, A.M. (2020). Pantallas pequeñas diseminadas. Estudio sobre el consumo de audiovisual en jóvenes de Castilla y León. *ZER*, 25(49), 89-110. <https://doi.org/10.1387/zer.21852>
- Smahel, D., Machackova, H., Mascheroni, G., Dedkova, L., Staksrud, E., Ólafsson, K., Livingstone, S., & Hasebrink, U. (2020). *EU Kids Online 2020: Survey results from 19 countries*. EU Kids Online. <https://doi.org/10.21953/lse.47fdeqj010fo>
- Soler, S., & Oriola, S. (2019). Música, identidad de género y adolescencia. *Epistemos*, 7(2), 20-33. <https://doi.org/10.24215/18530494e008>
- Stanley, N., Barter, C., Wood, M., Aghtaie, N., Larkins, C., Lanau, A., & Överlien, C. (2018). Pornography, sexual coercion, abuse, and sexting in young people's intimate relationships: A European study. *Journal of interpersonal violence*, 33(19), 2919-2944. <https://doi.org/10.1177/0886260516633204>
- Statista (Ed.) (2005). *Number of internet users worldwide from 2005 to 2022*. <https://bit.ly/3YoSyQo>
- Sullivan, H.S. (1974). *La teoría interpersonal de psiquiatría*. Psique.
- Torreillas-Lacave, T., Vázquez-Barrio, T., & Suárez-Álvarez, R. (2022). Experiencias de ciberacoso en adolescentes y sus efectos en el uso de internet. *ICONO*, 14(1), 20-20. <https://doi.org/10.7195/ri14.v20i1.1624>
- Šprajc, P., Urh, M., Jerebic, J., Trivan, D., & Jereb, E. (2017). Reasons for plagiarism in higher education. *Organizacija*, 50(1), 33-45. <https://doi.org/10.1515/orga-2017-0002>
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. <https://bit.ly/3SJeunQ>
- White, J.A., Carey, L.M., & Daily, K.A. (2001). Web-based instrumentation in educational survey research. *WebNet Journal*, 3(1), 46-50. <http://bit.ly/3Yi2Ykw>
- Winstone, L., Mars, B., Haworth, C.M.A., Heron, J., & Kidger, J. (2022). Adolescent social media user types and their mental health and well-being: Results from a longitudinal survey of 13-14-year-olds in the United Kingdom. *JCPP Advances*, 2(2), 1-10. <https://doi.org/10.1002/jcv2.12071>



La meta-reflexividad de los padres beneficia la educación mediática de los niños

Parents' meta-reflexivity benefits media education of children

-  Dr. Tea Golob. Profesor Asociado, Instituto de Plataformas Mediáticas, Facultad de Estudios de la Información, Novo mesto (Eslovenia) (tea.golob@fuds.si) (<https://orcid.org/0000-0003-4314-3231>)
-  Dr. Matej Makarovič. Profesor, Instituto de Análisis Estratégico y del Desarrollo, Liubliana (Eslovenia) (matej.makarovic@fuds.si) (<https://orcid.org/0000-0001-7864-4285>)
-  Dr. Mateja Rek. Profesor, Instituto de Estudios Sociales Avanzados, Escuela de Estudios Sociales Avanzados, Nova Gorica (Eslovenia) (mateja.rek@fuds.si) (<https://orcid.org/0000-0003-0928-1163>)

RESUMEN

El artículo explora los efectos del concepto sociológico de la reflexividad en la educación mediática de los padres en niños preescolares. Se basa en las recomendaciones de la Academia Estadounidense de Pediatría que se refieren a las restricciones de exposición a las pantallas en función de los diferentes grupos de edad, la visualización conjunta y la discusión del contenido de los medios de comunicación. Aplica una encuesta social a la muestra nacional eslovena de padres para: revisar sus prácticas de educación en los medios de comunicación; identificar los factores que afectan estas prácticas a través de análisis de regresión; y utilizar el análisis de ruta para proporcionar un modelo explicativo de los factores que afectan la exposición a las pantallas de los niños. La herramienta de medición de reflexividad se aplica para evaluar las puntuaciones de meta-reflexividad de los padres. Se confirma la hipótesis de que la meta-reflexividad es uno de los factores clave que afectan a la educación en los medios de comunicación. Los hijos de padres divorciados/separados están más expuestos a las pantallas. Establecer restricciones es bastante común, pero también es importante la calidad del contenido de los medios y la interacción con los niños. La meta-reflexividad no solo disminuye la cantidad de exposición a las pantallas, sino que también hace que sea más probable que los niños vean y discutan en conjunto el contenido multimedia.

ABSTRACT

The paper explores the effects of the sociological concept of reflexivity to parents' media education of preschool children. It draws upon the recommendations of the American Academy of Paediatrics referring to the restrictions of screen exposure based on different age groups, covieing and discussing media content. It applies a social survey on the Slovenian national sample of parents to (1) review their media education practices, (2) identify the factors affecting these practices through regression analyses and (3) use path analysis to provide an explanatory model of the factors affecting children's screen exposure. A Reflexivity Measurement Tool is applied to assess the parents' meta-reflexivity scores. The hypothesis that meta-reflexivity is one of the key factors affecting media education is confirmed. The results show differences in screen exposure between age groups and higher exposure of boys when compared to girls. Children of the divorced/separated parents are more exposed to screens. Setting restrictions is quite common but it is also the quality of media content and the interaction with children that matters. Meta-reflexivity not only decreases the quantity of screen exposure, but it also makes covieing and discussing media content with children more likely. Moreover, the significance of parents as role models is confirmed.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Reflexividad, comportamiento parental, preescolar, exposición de los niños, pantalla, análisis cuantitativo.
Reflexivity, parental behavior, pre-school, children exposure, screen, quantitative analysis.



1. Introducción

Los medios digitales se han convertido en parte habitual del día a día de los niños. Incluso los bebés suelen enfrentarse diariamente a los medios digitales durante largos periodos de tiempo, aunque los pediatras y psicólogos recomiendan firmemente que los menores de dos años no los utilicen. En estos primeros años de crianza, los padres desempeñan un papel crucial a la hora de criar y educar a los niños en el uso inteligente de los medios digitales y la convivencia con ellos, así como a la hora de prevenir los daños que puede causar una sobrecarga de exposición a las pantallas o a contenidos multimedia inadecuados para su edad (Christ & Abreu, 2020; Lemish, 2015; Livingstone et al., 2017; Rek, 2019). También influyen significativamente en el conocimiento y la experiencia de los niños con los medios digitales a través de ejemplos, conversaciones y experiencias. Ellos mismos son modelos que los niños imitan (Rek & Kovačič, 2018). Sin embargo, el proceso de educación mediática se está convirtiendo en una tarea difícil y en constante cambio para los padres.

Adoptar hábitos para reforzar su propia alfabetización mediática y alinear las competencias de los medios de comunicación con el desarrollo tecnológico actual se ha convertido en algo habitual para tener una buena calidad de vida. La alfabetización mediática no se refiere sólo a las habilidades que nos permiten utilizar los nuevos medios emergentes o crear mensajes en línea, sino también a la comprensión de cómo funcionan los medios en este entorno cambiante y a la capacidad de analizar y evaluar el contenido de los medios y de hacer frente a la credibilidad de la información mediada (Hobbs, 2010; Kubey, 2001; Livingstone, 2004; Tommasi et al., 2021; Adam & Gorišek, 2020). Además, también destaca la necesidad de comprender las intenciones y consecuencias de los mensajes de los medios de comunicación y la capacidad de analizar críticamente múltiples códigos (Buckingham, 2007; Rivera-Rogel et al., 2017).

En los acelerados procesos de digitalización actuales, que están cambiando radicalmente la comunicación de las personas y los grupos sociales, los propios adultos se enfrentan a menudo a la tarea de averiguar y adoptar nuevas formas de prácticas y actitudes relacionadas con los medios digitales. La rápida dinámica social y tecnológica impide que la socialización primaria esté prescrita por normas preestablecidas, los padres apenas se basan en ciertos patrones fijos establecidos de comportamiento, normas o valores, transmitidos de generación a generación, a la hora de criar y educar a sus hijos sobre los medios de comunicación. Aunque existen algunas directrices de educación mediática para padres elaboradas por expertos, es la capacidad de los padres para observar críticamente y reflejar el orden social lo que nos parece crucial para su aplicación real de la educación mediática. Por lo tanto, sostenemos que es la reflexividad crítica de los padres la que desempeña un papel importante en la educación mediática.

A este respecto, nos basamos en el marco teórico sociológico de Archer (2007; 2012), según el cual la reflexividad es una característica intrínseca de la psique humana. A través del diálogo interior, los individuos son capaces de orientar de forma consciente y estratégica sus acciones para alcanzar sus objetivos y, por tanto, también tienen el potencial de alterar los entornos sociales para satisfacer sus necesidades. A través del diálogo interior reflexivo, los individuos son capaces de definir sus preocupaciones, desarrollar proyectos y establecer prácticas, lo que constituye un puente entre la estructura social y la agencia de los individuos. Los individuos analizan sus ideas, preocupaciones y motivos para actuar a través del proceso continuo de discernimiento, deliberación y dedicación que tiene lugar en sus diálogos interiores reflexivos.

Aunque todo el mundo es reflexivo, hay distintos modos de diálogo interior, que corresponden a contextos individuales y sociales diferentes. La dinámica y las incertidumbres de la sociedad moderna tardía, acompañadas de una amplia digitalización, fomentan un modo específico de reflexividad crítica, denominado meta-reflexividad. Este modo de reflexividad, al que prestamos atención, se refiere a un nexo específico entre los entornos sociales y las preocupaciones de los individuos (Archer, 2003; 2007). La meta-reflexividad se refiere a una deliberación crítica hacia el orden social. Este modo requiere preocupaciones últimas que se refieren a ciertos valores e ideales normativos que proporcionan alternativas a la carga de información dominante. Por lo tanto, permite a los individuos evaluar críticamente los diálogos interiores previos y ser críticos sobre su acción efectiva. En este sentido, la meta-reflexividad parece ser crucial para poder adoptar perspectivas y posturas críticas ante el contenido de los medios de comunicación y el papel que desempeñan en la vida de cada uno. Basándose en la meta-reflexividad, se puede responder activamente al entorno social, incluido el panorama de los medios digitales en rápida transformación.

Investigaciones anteriores (Golob et al., 2021) han demostrado que las capacidades reflexivas de los individuos, más concretamente la capacidad de meta-reflexión, pueden aumentar ciertos comportamientos beneficiosos a la hora de identificar información creíble en un entorno digital. Aplicando el marco teórico de Archers, investigamos el comportamiento relacionado con la resiliencia frente a la creciente presencia de noticias falsas y desinformación en los medios de comunicación en línea. La meta-reflexividad también ha demostrado ser un factor importante a la hora de potenciar el comportamiento responsable y el empoderamiento (Golob & Makarovič, 2022).

En este artículo, nos basamos en el marco teórico sociológico de Archer (2007; 2012) para investigar el papel de las capacidades reflexivas de los padres en los procesos de educación mediática en el ámbito de la socialización primaria. Avanzamos en la consideración de la reflexividad situándola en el contexto específico de la educación mediática y demostramos el valor aplicable de este concepto teórico. La reflexividad indica que uno es capaz de reconocer las ventajas y los riesgos que plantean los medios de comunicación, mientras que la meta-reflexividad implica una postura crítica ante la presencia omnímoda de los medios de comunicación. Sin las suficientes capacidades reflexivas, esto se hace sin ser necesariamente conscientes del impacto que los medios de comunicación tienen sobre diversos aspectos en el desarrollo de los niños.

Sobre esta base, exploramos si la meta-reflexividad apoya el comportamiento beneficioso de los padres en la educación mediática de los niños pequeños. Para identificar lo que denominamos un comportamiento beneficioso en la educación mediática nos basaremos en recomendaciones y directrices específicas de la Academia Americana de Pediatría, que en las últimas décadas de digitalización ha sido una de las organizaciones de referencia a la hora de proporcionar directrices y asesoramiento político en la educación mediática. Debemos señalar que estas directrices son de naturaleza cambiante en sí mismas, ya que evolucionan de manera morfogénica con las transformaciones digitales y los nuevos conocimientos y avances científicos en diversos campos científicos relacionados con la alfabetización mediática y la educación. Las directrices para padres de niños pequeños sobre educación mediática a las que nos referiremos incluyen:

- Evite el uso de medios digitales (excepto el videochat) en niños menores de 18 a 24 meses.
- Para los niños de 18 a 24 meses de edad, si se desea introducir los medios digitales, elija una programación de alta calidad y utilice los medios junto con su hijo. Evitar el uso de medios en solitario en este grupo de edad.
- Para los niños de 2 a 5 años, limite el uso de la pantalla a una hora diaria de programación de alta calidad, vea con sus hijos, ayúdeles a entender lo que están viendo y ayúdeles a aplicar lo que aprenden al mundo que les rodea (Hill et al., 2016).

Argumentamos que la aplicación real de estas directrices se formula de forma bastante laxa y depende de las capacidades meta-reflexivas de los padres. Esto nos ha llevado a proponer nuestra principal pregunta de investigación sobre si la meta-reflexividad de los padres de los niños pequeños contribuye significativamente a sus prácticas de educación mediática. A partir de la investigación empírica, nos proponemos:

1) Proporcionar una revisión de las prácticas de educación mediática de los padres y mostrar cómo esto se relaciona con la exposición de los niños a la pantalla.

2) Identificar los factores que afectan a las prácticas de educación mediática de los padres, incluidos el entorno socioeconómico, las actitudes de los padres ante los efectos de los medios de comunicación en sus hijos, el propio uso que hacen los padres de los medios de comunicación, su familiaridad con las recomendaciones educativas y la intensidad de su meta-reflexividad.

3) Proporcionar un modelo explicativo de los factores que afectan a la exposición de los niños en edad preescolar a las pantallas.

Sobre esta base, planteamos la hipótesis de que una educación mediática eficaz en la socialización primaria está firmemente imbricada con las capacidades reflexivas de los padres de los niños pequeños.

2. Materiales y métodos

Basándonos en las perspectivas teóricas sobre la educación mediática y en nuestras investigaciones actuales sobre el tema, se han realizado una serie de cuestionarios de encuesta dirigidos a los padres de los

niños en edad preescolar y a los educadores de las guarderías (Rek et al., 2022). Para la elaboración de este documento, utilizamos los datos recogidos de una muestra de padres de niños en edad preescolar, de uno a seis años. La muestra consta de 1.987 respuestas a la encuesta, de las cuales 1.677 han sido contestadas en su totalidad. La encuesta se realizó en línea de abril a junio de 2022 con la ayuda de guarderías. El muestreo de los padres se ha realizado mediante un muestreo aleatorio estratificado: para cada una de las diez regiones estadísticas eslovenas se seleccionó aleatoriamente una guardería predominantemente urbana y otra predominantemente rural. Se pidió a los padres que informaran sobre:

- El tiempo de exposición de sus hijos a la pantalla para diferentes medios digitales, así como la propia exposición de los padres a los medios.
- Sus prácticas de educación mediática en términos de: (1) establecimiento de normas y restricciones; (2) acompañamiento de sus hijos mientras interactúan con los medios; y (3) discusión del contenido de los medios con ellos, utilizando las escalas Likert de cinco niveles.
- Sus actitudes sobre los efectos de los medios de comunicación en los niños, basadas en escalas Likert de cinco niveles.
- Su familiaridad con las directrices de los expertos sobre educación mediática para niños en edad preescolar.
- Sus características demográficas, incluidos el sexo, el nivel educativo, el tipo de residencia, el hecho de que los padres vivan juntos o separados, así como el sexo y la edad del niño.

Aplicamos la Herramienta de Medición de la Reflexividad (HMR) desarrollada en nuestra investigación anterior (Golob & Makarovič, 2018, 2019). Con esta herramienta, hemos actualizado el marco teórico de la reflexividad y lo hemos hecho más conveniente para fines aplicados. Se utiliza para proporcionar una evaluación aproximada de la propia reflexividad en términos de puntuaciones cuantitativas para diferentes modos de reflexividad. El primer conjunto de cinco preguntas se basa en el ICONI de Archer combinado con la contribución de Porpora y Shumar (2010) que mide el nivel de reflexividad, concretamente: «durante el último año, ¿con qué frecuencia has...» sobre los siguientes temas que indican la intensidad de la conversación interna:

- Planificado tu propio futuro.
- Ensayado lo que dirías en una conversación importante.
- Imaginado las mejores y peores consecuencias de una decisión importante.
- Revisado una conversación que ha acabado mal.
- Clarificado tus pensamientos sobre un tema, una persona o un problema.

El nivel de reflexividad es, por tanto, la suma de las respuestas en escala Likert a estas cinco preguntas. Esta suma se combina con la indicación de un modo de reflexividad determinado: para el propósito de nuestra investigación, se trata de la meta-reflexividad, ya que indica un modo crítico de pensar y actuar sobre uno mismo y sobre el propio entorno social. La HMR requiere la multiplicación del nivel de reflexividad de cada persona por sus respuestas en la escala Likert a la pregunta que hace referencia a la meta-reflexividad: «Durante el último año, ¿con qué frecuencia consideraste detenidamente las prioridades clave de tu vida y por qué haces lo que haces?». Nuestro análisis se desarrolló en tres etapas:

- Presentación de las estadísticas descriptivas referidas a las prácticas de educación mediática y exposición de los niños a las pantallas.
- Análisis de regresión sobre los efectos de las características demográficas de padres e hijos, así como de las actitudes de los padres, el comportamiento ante los medios de comunicación, la familiaridad con las recomendaciones de los expertos y la meta-reflexividad en las prácticas de la educación mediática.
- Path analysis (análisis del camino) que explica cómo afectan las variables exógenas a la exposición de los niños en edad preescolar a las pantallas.

3. Resultados

3.1. Una revisión de la educación mediática y la exposición de los niños a las pantallas

Como se muestra en la Tabla 1, establecer restricciones y normas sobre lo que pueden ver los niños en edad preescolar es la práctica más común de la educación mediática, con una puntuación media de

4,45 en la escala de 5 niveles. Casi dos tercios de los padres afirman que siempre ponen restricciones a sus hijos, mientras que menos del 2% respondieron que nunca lo hacen. Casi la mitad de los padres afirman estar presentes cuando su hijo pequeño está en contacto con los medios de comunicación, con una puntuación media de 4,27.

Sin embargo, hablar del contenido de los medios con un niño en edad preescolar es mucho menos frecuente. Menos de una cuarta parte de los padres señalan esta práctica, y la puntuación media es sólo de 3,72. Una desviación estándar comparativamente alta indica diferencias significativas entre los padres con respecto a esta práctica.

"Responda a las siguientes preguntas en la escala del 1 al 5, donde 1 significa nunca y 5 significa siempre".	Media	Desviación estándar	% de respuestas 1 (nunca)	% de respuestas 5 (siempre)
¿Estableces restricciones y normas sobre lo que tu hijo puede ver?	4,45	0,91	1,91	65,48
¿Estás presente cuando tu hijo está en contacto con los medios de comunicación (viendo la televisión, videos...)?	4,27	0,87	0,64	49,49
¿Hablas con tu hijo sobre lo que ha visto en los medios de comunicación (televisión, video...)?	3,72	1,00	3,13	23,69

Las recomendaciones de la Academia Americana de Pediatría, como organización de referencia a la hora de proporcionar directrices y asesoramiento político en materia de educación mediática, sugieren evitar todo uso de medios digitales para los niños menores de 18 a 24 meses y no más de una hora al día de programación de alta calidad, ver el contenido con los niños (lo que incluye ayudar a los niños a entender lo que están viendo y ayudarles a aplicar lo que aprenden al mundo que les rodea).

Nuestros resultados en la Tabla 2 muestran que sólo el 37,41% de los niños menores de dos años no está expuesto a pantallas, lo cual es muy preocupante. La desviación con respecto a las recomendaciones es menos significativa en el caso de los niños de dos a cinco años, donde la exposición a las pantallas para el 69,28% de los niños se sitúa dentro del plazo recomendado. Para un pequeño grupo de niños mayores de nuestra muestra, la exposición es aún mayor: casi la mitad de ellos están expuestos a pantallas durante más de una hora al día.

"¿Cuánto tiempo de media en un día normal tu hijo...?" - la suma de minutos al día para ver la televisión en directo; DVD o video en la televisión, ordenador, móvil, tablet, etc.; jugar a videojuegos; utilizar la web	Suma media de minutos totales al día	% de niños sin ninguna exposición	% de niños con hasta 1 hora/día	% de niños con más de 1 hora/día
Menos de 2 años	25,1	37,41	53,96	8,63
De 2 años a menos de 5 años	62,7	6,48	62,80	30,72
5 años o más	89,8	4,13	47,88	47,99

3.2. Factores que influyen en las prácticas de educación mediática

Los análisis de regresión presentados en la Tabla 3 muestran las variables independientes que han demostrado tener efectos estadísticamente significativos en cada una de las prácticas de educación mediática seleccionadas. Las madres y los padres con mayor nivel educativo son más propensos a imponer a sus hijos normas y restricciones sobre el contenido de los medios de comunicación. Todas las prácticas de educación mediática observadas son más comunes en entornos urbanos.

Aunque el comportamiento de los padres en relación con los medios de comunicación no parece tener efectos significativos en el establecimiento de normas y restricciones, sí influye en su presencia cuando los niños están expuestos a los medios y en la frecuencia de sus conversaciones con ellos sobre el contenido de los medios. Los padres que ven la televisión y utilizan el ordenador con más frecuencia tienen más probabilidades de estar presentes mientras los niños están expuestos a las pantallas. Por otro lado, los padres que dedican más tiempo a sus llamadas telefónicas y tienen la televisión encendida durante más horas, tienen menos probabilidades de estar presentes.

Los padres que utilizan más a menudo el ordenador o leen la prensa tienen más probabilidades de hablar con sus hijos sobre los contenidos de los medios de comunicación, mientras que los que dedican más tiempo a navegar por Internet tienen menos probabilidades de hacerlo. Sin embargo, el efecto más significativo se observa en el comportamiento de los padres no relacionados con los medios de

comunicación: los padres que pasan más tiempo jugando con sus hijos tienen muchas más probabilidades de estar presentes cuando el niño está expuesto a las pantallas y de hablar sobre el contenido de los medios.

Tabla 3. Factores que influyen en las prácticas de educación mediática en la familia

Variables dependientes en los modelos de regresión lineal →	Los padres establecen normas y restricciones		Presencia de los padres cuando el niño está en contacto con los medios de comunicación		Los padres hablan con sus hijos sobre el contenido de los medios de comunicación	
Variables independientes con efectos estadísticamente significativos ↓	Variables	Coefficientes Beta (y signif.)	Variables	Coefficientes Beta (y signif.)	Variables	Coefficientes Beta (y signif.)
Demografía de los padres	Mujer Urbano Educado/a	.06 (.061) .08 (.001) .10 (.000)	Urbano	.08 (.001)	Urbano	.05 (.067)
Comportamiento de los padres	/	/	Ver la televisión Usar el ordenador Llamadas por teléfono Jugar con el niño/la niña Televisión encendida	.05 (.067) .06 (.053) -.07 (.006) .15 (.000) -.06 (.032)	Usar el ordenador Navegación web Leer la prensa Jugar con el niño/la niña	.04 (.094) -.07 (.009) .05 (.045) .20 (.000)
Actitudes de los padres	"Los medios de comunicación afectan negativamente al estado de ánimo de los niños en edad preescolar"	.0,12 (0,000)	"Mi hijo en edad preescolar aprende muchas cosas útiles de los medios de comunicación"	-.07 (.004)	"Los medios de comunicación afectan negativamente al estado de ánimo de los niños en edad preescolar" "Mi hijo en edad preescolar aprende muchas cosas útiles de los medios de comunicación"	.05 (.057) -.09 (.001)
Edad del niño		-.08 (.001)		-.19 (.000)	/	/
Padres familiarizados con las recomendaciones		.10 (.000)	/	/		.08 (.001)
Meta-reflexividad de los padres		.11 (.000)		.10 (.000)		.14 (.000)

En cuanto a las actitudes, no es sorprendente que los padres que creen que los medios de comunicación afectan negativamente al estado de ánimo de los niños en edad preescolar sean más propensos a establecer normas y restricciones. Además, estos padres también son ligeramente más propensos a hablar de los contenidos de los medios de comunicación con sus hijos. Por otra parte, los padres que creen que sus hijos en edad preescolar pueden obtener conocimientos útiles de los medios de comunicación tienden a estar menos presentes cuando sus hijos están en contacto con ellos. También es menos probable que hablen del contenido de los medios de comunicación. No es sorprendente que las normas y restricciones de los padres, así como la presencia cuando los niños están expuestos a las pantallas, tiendan a disminuir cuando los niños se hacen mayores. Los padres que afirman estar familiarizados con las recomendaciones de los expertos sobre la educación mediática de los niños en edad preescolar son más propensos a establecer normas y restricciones y más propensos a hablar de los contenidos de los medios con sus hijos.

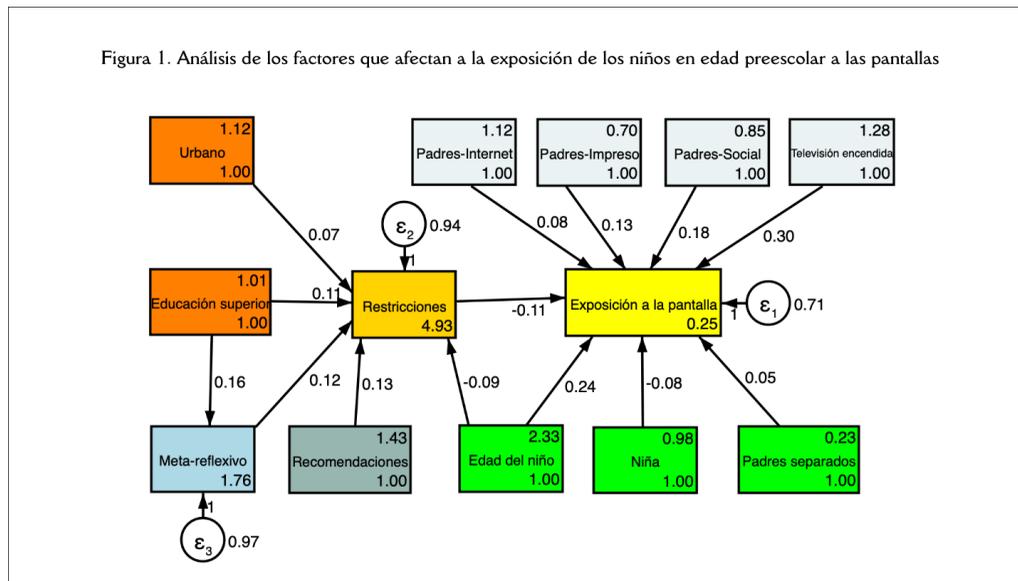
Por último, uno de los resultados más significativos se refiere al impacto de la meta-reflexividad. Los padres con puntuaciones más altas en meta-reflexividad son más propensos a establecer normas y restricciones, a estar presentes cuando sus hijos están expuestos a las pantallas y a hablar del contenido de los medios con sus hijos. En este sentido, la meta-reflexividad no es menos importante que la familiaridad con las recomendaciones de los expertos, las variables demográficas y el comportamiento de los padres en relación con los medios de comunicación. Así, las posturas críticas de los padres meta-reflexivos parecen contribuir a que sus opiniones sobre los medios de comunicación sean más prudentes, animándolos a establecer restricciones y a observar más de cerca los efectos de los medios. Además, los resultados muestran que los padres con diálogos interiores reflexivos e intensivos también son más propensos a establecer conversaciones con sus hijos.

3.3. Los efectos de la educación mediática en la exposición de los niños a las pantallas

El análisis del camino pretende explicar las causas de la mayor exposición a las pantallas de los niños en edad preescolar, teniendo en cuenta las variables demográficas, las actitudes de los padres hacia los efectos de los medios de comunicación en los niños, el uso que hacen los padres de los medios de comunicación, su familiaridad con las recomendaciones de los expertos y las puntuaciones de meta-reflexividad. Los efectos estadísticamente significativos se presentan en la Figura 1.

Entre las prácticas de educación mediática presentadas anteriormente, sólo el establecimiento de normas y restricciones afecta a la cantidad de exposición a la pantalla de los niños en edad preescolar. Funciona como variable intermedia entre la meta-reflexividad y las características demográficas, por un lado, y la exposición de los niños a las pantallas por otro. En consonancia con el análisis de regresión anterior, las restricciones y normas son más típicas de los padres que viven en un entorno urbano, tienen estudios superiores y están familiarizados con las recomendaciones de los expertos. Estos padres también se caracterizan por puntuaciones de meta-reflexividad más altas. De nuevo, en consonancia con los resultados anteriores, los niños mayores están sometidos a menos restricciones y están mucho más expuestos a las pantallas.

Sin embargo, el propio uso de los medios por parte de los padres tiene efectos aún más importantes que sus prácticas de educación mediática. Cuando los padres pasan más tiempo en Internet, en las redes sociales, leyendo prensa escrita y con la televisión encendida, sus hijos están mucho más expuestos a las pantallas. Por último, las niñas son menos propensas a exponerse excesivamente a las pantallas digitales, mientras que los hijos de padres separados son un poco más propensos a ello.



4. Discusión y conclusiones

Los rápidos cambios sociales y la exposición sin precedentes de los niños en edad preescolar a los medios digitales implican que la educación mediática no puede basarse únicamente en la información obtenida o en normas preestablecidas, sino que es necesario reflexionar sobre los retos que plantean la complejidad y la dinámica sociales. Confirmamos nuestra hipótesis de que la meta-reflexividad es uno de los factores comparativamente más significativos que afectan a la educación mediática de los padres en cuanto a: (1) limitar la exposición a las pantallas, (2) acompañar a los hijos durante la exposición a los medios y (3) hablar del contenido de los medios con los hijos. La meta-reflexividad es crucial porque no basta con conocer las directrices de los expertos. El documento indica que la experiencia y su influencia son claramente importantes, pero es esencial que los individuos desarrollen sus propias deliberaciones reflexivas y actúen en consecuencia. Cuando unos conocimientos generales sobre el tema

indicados por la familiaridad con las recomendaciones de los expertos se combinan con la elaboración crítica de la cuestión, se consigue una educación mediática más responsable. Buscar formas adecuadas de diseñar y aplicar técnicas eficaces de educación mediática para sus propios hijos en la era de la exposición imprevista y abrumadora a los medios digitales exige un enfoque más estratégico de las acciones correspondientes. Va mucho más allá de la rutina e implica meta-reflexividad. Una persona meta-reflexiva evalúa críticamente los diálogos interiores previos y es crítica sobre la acción eficaz. Este modo está impulsado por una preocupación máxima y se enmarca en una orientación de valores específica, que socava la hegemonía estructural y cultural existente, permitiéndonos reconocer y superar versiones sobresimplificadas o distorsionadas de las construcciones mediáticas de la realidad (Strutt, 2019). Como dice Archer (2012), la meta-reflexividad es trascendental hacia lo social. Quienes son meta-reflexivos no se limitan a seguir a un rebaño, sino que buscan información y argumentos adicionales que les permitan decidir lo que tiene sentido. Uno de los estudios anteriores (Golob et al., 2021) confirmaba, por ejemplo, que la meta-reflexividad permite ser más hábil en la alfabetización mediática y en la búsqueda de información alternativa en el paisaje mediático. Además, según Archer (Archer, 2012), la meta-reflexividad es el único modo que permite a los individuos enfrentarse de forma eficaz a la compleja sociedad en constante cambio.

Nuestras conclusiones sobre los efectos de algunas características demográficas de los niños en edad preescolar coinciden con investigaciones anteriores (Rek & Kovačič, 2018; Rideout, 2014; Wartella et al., 2014). Esto incluye diferencias significativas en la exposición a las pantallas entre los distintos grupos de edad y una mayor exposición de los niños en comparación con las niñas. Los resultados también coinciden con las conclusiones existentes de que los hijos de padres divorciados y/o separados están más expuestos a las pantallas. Podemos explicarlo por la capacidad más limitada de estos padres para coordinar con éxito su educación mediática y hacerla más coherente, el tiempo limitado de un progenitor soltero, así como el estrés emocional derivado de la separación/divorcio de los padres. Además, nuestra investigación confirma que establecer las normas y restricciones es un aspecto comparativamente fácil de conseguir en la educación mediática de los niños en edad preescolar, ya que caracteriza a la mayoría de los padres. Hemos demostrado claramente su importancia porque tiende a evitar una exposición excesiva a la pantalla en términos de cantidad. Sin embargo, también hay un aspecto importante que es la calidad de los contenidos de los medios de comunicación y la interacción con ellos. Para ello, los padres no deben confiar únicamente en las restricciones, sino que también deben invertir su tiempo en hablar con sus hijos y en su presencia cuando estén expuestos a las pantallas digitales. La ausencia de los padres en este sentido puede ser una trampa especialmente peligrosa. Como indican nuestros resultados, los padres ausentes, al no hablar del contenido de los medios con sus hijos, suelen confiar ciegamente en sus creencias sobre los efectos positivos de los medios en sus hijos. El tiempo que se pasa con el niño importa, sobre todo cuando también abre la puerta a mundos más allá de los medios digitales. El tiempo que los padres pasan jugando con sus hijos está relacionado positivamente con la educación mediática en cuanto a interactuar con los medios y debatir sobre ellos juntos, pero no está relacionado con las restricciones.

Los aspectos cualitativos y cuantitativos de la educación mediática y la exposición a las pantallas son especialmente importantes, ya que los niños en edad preescolar constituyen un público muy vulnerable. Su capacidad para acceder y utilizar distintos tipos de medios de comunicación no ha hecho más que empezar a desarrollarse. Su capacidad para analizar, evaluar y reflexionar sobre los mensajes de los medios de comunicación se ve limitada por su temprana edad. Lo mismo puede decirse de su limitada capacidad para crear contenidos multimedia y centrarse en la resolución creativa de problemas. También hay otros efectos beneficiosos importantes de una educación mediática adecuada para el bienestar mental y físico de los niños. Por ejemplo, la exposición excesiva a las pantallas se asocia predominantemente con comportamientos sedentarios en niños y adolescentes. Además, se considera uno de los principales factores causantes de enfermedades no transmisibles y otros riesgos para la salud en etapas posteriores de la vida (Kaur et al., 2019). Una mayor exposición de los niños pequeños a las pantallas también conlleva efectos negativos y desafíos en relación con sus hábitos de alimentación y sueño, estado mental, adicciones, comportamiento agresivo, desarrollo del lenguaje, consumismo, construcción de la identidad, relaciones con los demás, etc. (Christakis et al., 2018; De-Frutos-Torres et al., 2021; Farrell et al., 2022; Hayes

et al., 2015; Adam & Gorišek, 2022; Serrano-Díaz et al., 2022). Por lo tanto, es alentador ver que los resultados del análisis de trayectorias indican que los padres meta-reflexivos participan activamente en las prácticas de educación mediática y que este compromiso afecta significativamente a la limitación del uso excesivo de las pantallas en los niños más pequeños. De acuerdo con las investigaciones y tendencias anteriores (Rideout, 2014; Wartella et al., 2014), las restricciones son más comunes para los niños muy pequeños, que ni siquiera deben interactuar con los medios digitales. Pero cuando los niños crecen, lo que más importa es la calidad de su interacción con los medios y su comprensión de los contenidos. Este es también un aspecto crucial de nuestra investigación posterior.

Otro hallazgo crucial (aunque no tan sorprendente) de nuestra investigación es la importancia de los padres como ejemplos a seguir. Su propio uso de los medios afecta a sus hijos, independientemente de las prácticas educativas mediáticas, la meta-reflexividad y otras variables. Nuestro estudio confirma en muchos aspectos las afirmaciones académicas ya existentes sobre la exposición a actividades relacionadas con los medios de comunicación de los niños en edad preescolar en cuanto a los hábitos mediáticos de sus padres y el nivel de educación de estos (Rek & Kovačič, 2018; Rideout, 2014; Wartella et al., 2014). Confirma que los modelos de conducta son cruciales en el desarrollo de los hábitos mediáticos de los niños. Los hábitos mediáticos de los padres influyen en los de sus hijos (Rek & Kovačič, 2018). Los padres no sólo enseñan a sus hijos a utilizar los medios de comunicación, sino que también se convierten en sus modelos y en quienes pueden cultivar una mentalidad crítica y juicios de valor. Al poner límites e interpretar un mensaje mediático, pueden influir en los hábitos y la experiencia mediática de sus hijos. Sin embargo, el uso excesivo de los medios de comunicación por parte de los padres no sólo es cuestionable en términos de ser un modelo negativo, sino que también puede estar relacionado con la falta de tiempo que pasan con sus hijos, lo que provoca una mayor exposición a las pantallas. Esto puede ejemplificarse con la lectura de periódicos por parte de los padres, que no supone un ejemplo perjudicial para los niños, pero puede "robarles" el tiempo que de otro modo podrían pasar con ellos. En cuanto a las implicaciones prácticas, los resultados de nuestra investigación apoyan la necesidad de educar a los padres sobre las recomendaciones específicas de los expertos relacionadas con la educación mediática de los niños. Hemos confirmado la importancia de que los padres conozcan las directrices de los expertos. Sin embargo, se ha demostrado que la educación de los padres en general también es relevante, ya que afecta a su meta-reflexividad como otro factor de la educación mediática. Para mejorar la meta-reflexividad de los padres y hacerlos más capaces de desplegar una educación mediática adecuada en sus familias, sugerimos talleres interactivos no sólo para impartir las directrices, sino también para fomentar el pensamiento crítico sobre los medios de comunicación.

Contribución de Autores

Idea, T.G., M.M., M.R.; Revisión de literatura (estado del arte), T.G., M.R.; Metodología, T.G., M.M., M.R.; Análisis de datos, M.M.; Resultados, T.G., M.M., M.R.; Discusión y conclusiones, T.G., M.M., M.R.; Redacción (borrador original), T.G., M.M., M.R.; Revisiones finales, T.G., M.M., M.R.; Diseño del proyecto y patrocinios, T.G., M.R.

Apoyos

Agencia Eslovena de Investigación, en el marco del programa de infraestructuras de la Facultad de Medios de Comunicación Ref. 10-0045 - Recopilación, gestión y archivo de datos sobre alfabetización mediática, el proyecto de investigación Ref. J5-1788 Fomento de la sostenibilidad social y medioambiental: Exploración y predicción del comportamiento responsable en Eslovenia (Escuela de Estudios Sociales Avanzados, Nova Gorica, Eslovenia) y el programa de investigación Ref. P1-0383 Redes complejas (Facultad de Estudios de la Información, Novo mesto, Eslovenia).

Referencias

- Adam, F., & Gorišek, M. (2020). Meritokracija med mitom, normo in realnostjo. *Meritokracija med mitom*, (pp. 217-238). <https://bit.ly/41FG0vx>
- Adam, F., & Gorišek, M. (2022). Towards sustained and sustainable management of COVID-19: An alternative to the simplified return to pre-pandemic normality. *Sustainability*, 14(17), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su141710789>
- Archer, M.S. (2003). *Structure, agency and the internal conversation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139087315>
- Archer, M.S. (2007). *Making our way through the world: Human reflexivity and social mobility*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511618932>

- Archer, M.S. (2012). *The Reflexive imperative in late modernity*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139108058>
- Buckingham, D. (2007). *Beyond technology: Children's learning in the age of digital culture*. Polity. <https://doi.org/10.1111/j.1099-0860.2007.00135.x>
- Christ, W.G., & Abreu (2020). *Media literacy in a disruptive media environment*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367814762>
- Christakis, D.A., Ramirez, J.S.B., Ferguson, S.M., Ravinder, S., & Ramirez, J.M. (2018). How early media exposure may affect cognitive function: A review of results from observations in humans and experiments in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(40), 9851-9858. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711548115>
- De-Frutos-Torres, B., Pastor-Rodríguez, A., & Cruz-Díaz, R. (2021). Credibilidad e implicaciones éticas de las redes sociales para los jóvenes. *Revista Latina de Comunicación Social*, 79, 51-68. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2021-1512>
- Farrell, A., Kagan, S., & Tisdall, E.K. (2022). *The SAGE handbook of early childhood research*. SAGE. <https://doi.org/10.4135/9781473920859>
- Golob, T., & Makarovič, M. (2018). Student mobility and transnational social ties as factors of reflexivity. *Social Sciences*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/socsci7030046>
- Golob, T., & Makarovič, M. (2019). Reflexivity and structural positions: The effects of generation, gender and education. *Social Sciences*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/socsci8090248>
- Golob, T., & Makarovič, M. (2022). Meta-reflexivity as a way toward responsible and sustainable behavior. *Sustainability*, (pp. 14-14). <https://doi.org/10.3390/su14095192>
- Golob, T., Makarovič, M., & Rek, M. (2021). Meta-reflexivity for resilience against disinformation. [Meta-reflexividad para la resiliencia contra la desinformación]. *Comunicar*, 66, 107-118. <https://doi.org/10.3916/C66-2021-09>
- Hayes, B., Kobner, S., Trueger, N., Yiu, S., & Lin, M. (2015). Social media in the emergency medicine residency curriculum: Social media responses to the residents' perspective article. *Annals of Emergency Medicine*, 65(5), 573-583. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.01.018>
- Hill, D., Ameenuddin, N., Reid, Y.L.C., Cross, C., Hutchinson, J., & Levine, A. (2016). Media and young minds. *Pediatrics*, 138(5). <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2591>
- Hobbs, R. (2010). *Digital and media literacy: A plan of action. A White paper on the digital and media literacy recommendations of the knight commission on the information needs of communities in a democracy*. Aspen Institute. <https://bit.ly/3Za76Ex>
- Kaur, N., Gupta, M., Malhi, P., & Grover, S. (2019). Screen time in under-five children. *Indian Pediatrics*, 56(9), 773-788. <https://doi.org/10.1007/s13312-019-1638-8>
- Kubey, R. (2001). *Media literacy in the information age*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351292924>
- Lemish, D. (2015). *Children and media: A global perspective*. Wiley-Blackwell. <https://bit.ly/3ZFqZmy>
- Livingstone, S. (2004). Media literacy and the challenge of new information and communication technologies. *The Communication Review*, 7(1), 3-14. <https://doi.org/10.1080/10714420490280152>
- Livingstone, S., Lemish, D., Lim, S.S., Bulger, M., Cabello, P., Claro, M., Cabello-Hutt, T., Khalil, J., Kumpulainen, K., Nayar, U.S., Nayar, P., Park, J., Tan, M.M., Prinsloo, J., & Vwei, B. (2017). Global perspectives on children's digital opportunities: An emerging research and policy agenda. *Pediatrics*, 140(2), 137-141. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758S>
- Porpora, D.V., & Shumar, W. (2010). Self talk and self reflection. In *Conversations about Reflexivity* (pp. 206-220). <https://doi.org/10.4324/9780203867556>
- Rek, M. (2019). Media education in Slovene preschools: A review of four studies. *CEPS*, 9(1), 45-60. <https://doi.org/10.26529/cepsj.659>
- Rek, M., & Kovačič, A. (2018). Media and preschool children: The role of parents as role models and educators. *Medijske Studije*, 9(18), 27-43. <https://doi.org/10.20901/ms.9.18.2>
- Rek, M., Ljubotina, P., Mešič, & Bašič, A. (2022). *Mediji in predšolski otroci v Sloveniji. Infrastrukturni program Fakultete za medije – zbiranje, vodenje in arhiviranje podatkov o medijski pismenosti. [Media and preschool children in Slovenia. Infrastructure program of the Faculty of Media-Collecting, managing and archiving data on media literacy]*. Faculty of Media. <https://bit.ly/3mewhXQ>
- Rideout, V. (2014). *Learning at home: Families' educational media use in America*. Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop. <https://bit.ly/3YcQ11M>
- Rivera-Rogel, D., Zuluaga-Arias, L.I., Ramírez, N.M.M., Romero-Rodríguez, L.M., & Aguaded, I. (2017). *Media competencies for the citizenship training of teachers from Andean America: Colombia and Ecuador*. Paidéia. <https://doi.org/10.1590/1982-43272766201710>
- Serrano-Díaz, N., Aragón-Mendizábal, E., & Mérida-Serrano, R. (2019). Families' perception of children's academic performance during the COVID-19 lockdown. [Percepción de las familias sobre el desempeño escolar durante el confinamiento por COVID-19]. *Comunicar*, 70, 59-68. <https://doi.org/10.1017/9789048538652>
- Strutt, D. (2019). *Digital image and reality: Affect, metaphysics and post-cinema*. Amsterdam University Press. <https://doi.org/10.1017/9789048538652>
- Tommasi, F., Ceschi, A., Sartori, R., Gostimir, M., Passaia, G., Genero, S., & Belotto, S. (2021). Enhancing critical thinking and media literacy in the context of IVET: A systematic scoping review. *European Journal of Training and Development*. <https://doi.org/10.1108/EJTD-06-2021-0074>
- Wartella, E., Kirkpatrick, E., Rideout, V., Lauricella, A., & Connell, S. (2014). *Media, technology, and reading in Hispanic families: A national survey*. Center on Media and Human Development at Northwestern University and National Center for Families Learning. <https://bit.ly/3EVKlfn>



Empatía digital en la educación en línea: Un estudio comparativo entre Portugal y Rumanía

Digital empathy in online education: A comparison study between Portugal and Romania

- Dr. Alexandre Duarte. Profesor Adjunto, Departamento de Ciencias de la Comunicación, Universidade Nova de Lisboa (Portugal) (alexandreduarte@fcsh.unl.pt) (<https://orcid.org/0000-0002-2665-864X>)
- Dra. Romina Surugiu. Profesora Asociada, Departamento de Antropología Cultural y Comunicación, Universidad de Bucarest (Rumanía) (romina.surugiu@fjsc.ro) (<https://orcid.org/0000-0003-2731-2058>)
- Dra. Madalina Moraru. Profesora Asociada, Departamento de Antropología Cultural y Comunicación, Universidad de Bucarest (Rumanía) (madalina.moraru@fjsc.ro) (<https://orcid.org/0000-0001-5976-7968>)
- Dra. Valentina Marinescu. Profesora, Departamento de Sociología, Universidad de Bucarest (Rumanía) (valentina.marinescu@sas.unibuc.ro) (<https://orcid.org/0000-0002-9882-5902>)

RESUMEN

Este estudio pretende presentar la medida en que la educación en línea influyó en el nivel de empatía de los estudiantes universitarios. Basada en una encuesta aplicada y autoevaluada en Portugal y Rumanía, participaron 1.085 estudiantes matriculados en programas de Ciencias de la Comunicación. El propósito de este estudio es desvelar la conexión entre el género, la exposición a la tecnología digital, el nivel de empatía según la escala BES aplicada a adultos jóvenes y la autopercepción de la educación en línea que implica el uso de cámaras web. La empatía tiene efectos positivos en la satisfacción de los estudiantes y aumenta sus resultados educativos. El cambio del entorno físico al digital trajo importantes desafíos para los que la mayoría de los estudiantes y profesores no estaban preparados. El entorno digital influye en cómo se expresa la empatía. Se han encontrado evidencias de una relación entre el uso de la tecnología, el contagio emocional y el género. Esto sugiere que el factor más relevante de variación de la empatía en la educación en línea es el género y que la comprensión de las emociones de los demás puede inhibirse durante la educación digital. Los hallazgos de la presente investigación pueden contribuir al diseño de actividades o programas que fomenten la expresión de empatía durante la educación en línea para adultos jóvenes.

ABSTRACT

This study aims to present the extent to which online education influenced the level of empathy displayed by university students. The research relies on a self-evaluated applied survey in two European countries: Portugal and Romania. The participants in this research are 1,085 students enrolled in Communication Studies programs. The purpose of this study is to unfold the connection between gender, exposure to digital technology, empathy level according to the Basic Empathy Scale applied to young adults, and online education self-perception that involves the use of webcams. Empathy can have positive effects on students' satisfaction and increase students' outcomes. The shift from a physical environment to a digital one brought significant challenges that most students and teachers were not ready for. The digital environment influences how empathy is expressed. The present research found evidence of a relationship between exposure to technology usage, emotional contagion, and gender. This suggests that understanding the emotions of others might be inhibited during digital education. Also, the most relevant factor of empathy variation in online education is gender. The findings of the present research may contribute to the design of activities or programs that could foster empathy expression during online education for young adults.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Neurociencia, empatía digital, tecnología, educación, comunicación, Escala de Empatía Básica.
Neuroscience, digital empathy, technology, education, communication, Basic Empathy Scale.

1. Introducción y estado del arte

La importancia de la empatía en un contexto educativo está bien documentada en la literatura académica. La empatía aumenta la satisfacción de los alumnos, mejora la capacidad del profesor para relacionarse con los alumnos (Taylor, 2002) y tiene fuertes efectos positivos en los resultados de los alumnos (Feshbach & Feshbach, 2009), facilitando la comunicación y la relación (tanto entre alumnos y profesores como entre alumnos) en el aula.

Recientemente, la rápida incorporación de las tecnologías digitales y sobre todo la pandemia, han obligado a la mayoría de las organizaciones, incluidas las instituciones educativas, a rediseñar urgentemente sus modelos de trabajo. Según la UNESCO (2020), debido a la pandemia, se suspendieron las clases o se transfirieron a un entorno en línea a más del 90% de los estudiantes de todo el mundo (1.500 millones) y toda la enseñanza experimentó una enorme y rápida transformación (Duarte & Riedl, 2022). El aprendizaje mediado por tecnología (AMT) facilita las interacciones, el interés, la lluvia de ideas y las tácticas de resolución de problemas de los estudiantes, siendo muy eficiente e indispensable durante la pandemia (Joia & Lorenzo, 2021). Con la migración de la educación al mundo online, se pasó por alto el filtro social empático que es habitualmente presente en la comunicación tradicional. A menudo, la comunicación en línea carece de varias de las señales e indicios emocionales que se experimentan en las interacciones cara a cara, lo que suele dar lugar a contactos más impersonales (Terry & Cain, 2016).

En un metaanálisis de estudios realizados a lo largo de 30 años, Konrath et al. (2011) descubrieron que los estudiantes de generaciones pasadas solían tener más empatía en general que los actuales, dado el cambio en la dinámica interpersonal, consecuencia del creciente protagonismo de la tecnología y el uso de los medios sociales como herramienta de comunicación cotidiana. Como afirmaron Villarroel y González (2023: 48), el nivel de empatía interpersonal en la educación en línea podría aumentar progresivamente en función de los intereses y el área de estudio de los estudiantes. Debido al crecimiento de la educación mediada por ordenador, es de suma importancia estudiar, comprender y esbozar estrategias para tratar y potenciar este nuevo concepto de empatía digital, especialmente en el entorno educativo.

2. Empatía

Según Batson (2009), la palabra «empatía» fue acuñada por primera vez por Titchener (1909), a partir del estado psicológico «*Einführung*» al que se refería Lipps (1903), sobre imaginarse a uno mismo en la situación de otro. Medio siglo después, Rogers (1951: 129) la definieron como el concepto del «como si», explicando que la empatía permite comprender mejor los puntos de vista y los sentimientos de otra persona (Carré et al., 2013). Aunque se trata de un constructo multidimensional, aplicado a más de media docena de fenómenos (Batson, 2009), «la empatía denota un sentido de similitud entre los sentimientos que uno experimenta y los que expresan los demás, sin perder de vista de quién son los sentimientos de quién» (Decety & Hodges, 2006: 107).

2.1. De la empatía interpersonal a la empatía digital

Como muchos otros aspectos de la cultura contemporánea, la rápida adopción de las tecnologías sociales y móviles alteró los patrones de comunicación de la sociedad y, de alguna manera, perturbó la expresión de la empatía (Terry & Cain, 2016). Los autores se refirieron a una nueva forma de empatía, la digital, que definen como las «características empáticas tradicionales, como la preocupación y el cuidado de los demás, expresadas a través de la comunicación mediada por ordenador (CMO)» (Terry & Cain, 2016: 1). Si la importancia y el impacto de la tecnología evolucionan como se espera, la empatía digital se convertirá en una cuestión aún más crítica en todos los aspectos de la vida, incluida la educación. Cuando la tecnología se une al espacio educativo en línea, las emociones se convierten en mediadoras. Según Ahmed (2022: 76), uno de los aspectos más relevantes a tratar aquí es «cómo las herramientas digitales espacializan los cuerpos y las emociones de alumnos y profesores». En consecuencia, la empatía digital surge como una forma de conectar emociones y pedagogía. La empatía tiene una fuerte correlación con los resultados educativos positivos y es una parte fundamental de la relación alumno-profesor. Por lo tanto, los avances tecnológicos, la creciente digitalización de la educación y la consiguiente disminución de la empatía pueden ser motivo de preocupación.

2.2. Empatía y neurociencia

En 1992, tres investigadores italianos descubrieron que los monos, al verlos comer, mostraban la misma actividad neuronal. Profundizando en este perspicaz incidente, descubrieron las «neuronas espejo» - células nerviosas que permiten a los seres humanos comprender las experiencias de los demás al experimentar una especie de «eco» involuntario mientras observan el comportamiento de los demás (Gerdes et al., 2011). Este descubrimiento marcó el inicio de la investigación sobre la empatía dentro de las neurociencias. En 2004, Decety y Jackson (2004) observaron la actividad cerebral específica relacionada con la empatía, pudiendo identificar los mecanismos neurales que median la empatía en el cerebro.

Aunque D'Ambrosio et al. (2009) asumieron que existe consenso sobre las dos dimensiones de la empatía (afectiva y cognitiva), Carré et al. (2013) afirmaron que estudios neurofisiológicos recientes han permitido a los investigadores definir la empatía sustentándose en tres componentes: empatía cognitiva, contagio emocional y desconexión emocional. Según los autores, el contagio emocional implica procesos automáticos que permiten evaluar inmediatamente la naturaleza de las emociones: positivas o negativas, agradables o aversivas, e implica a estructuras subcorticales como el lóbulo límbico. La empatía cognitiva implica activaciones del córtex insular, el córtex prefrontal ventromedial y el córtex prefrontal medial. Por último, la desconexión emocional está relacionada con las funciones ejecutivas basadas en la corteza orbitofrontal, la corteza prefrontal medial y dorsolateral, y la corteza cingulada anterior (Carré et al., 2013: 681). La neurociencia moderna revela el impacto de las emociones positivas en los procesos cognitivos durante las actividades de aprendizaje, lo que subraya la necesidad de desarrollar estrategias de empatía digital en la educación (Li et al., 2020: 227).

2.3. Empatía y educación

La autenticidad y la empatía son cualidades que aparecen habitualmente en una lista de atributos de un «buen» profesor (Bialystok & Kukar, 2018) y existen numerosos estudios que relacionan la empatía con resultados positivos en conductas prosociales como cooperar, compartir, donar y otros actos altruistas (Batson et al., 1981), todos ellos relevantes en el proceso de aprendizaje.

Las clases transferidas a un entorno en línea rompieron muchas de las conexiones interpersonales existentes en el aula física. Como se sabe, la comunicación tradicional cara a cara de pensamientos y actitudes personales difiere ampliamente de la digital (Terry & Cain, 2016). Si el aprendizaje es básicamente un proceso social (Swan & Shea, 2005) y la empatía es un concepto central en el contexto de las interacciones sociales, es de suma importancia comprender la interacción entre estudiantes y profesores en las clases en línea, donde la comunicación es esencialmente mediada por ordenador (Lowenthal, 2010). Durante la pandemia, algunas instituciones de enseñanza superior innovaron sus sistemas de enseñanza creando y aplicando diversos modelos académicos centrados en las emociones positivas y la inclusión social en un periodo en el que muchos jóvenes pueden experimentar el sentimiento de alienación. Okoye et al. (2021) mencionan dos interesantes modelos educativos en línea: HyFlex+ TEC (un programa híbrido e innovador) y MFD+ (un modelo digital flexible), destacando los impactos sobre la salud emocional de este último.

La preocupación por el impacto de la educación digital en el rendimiento y las emociones de los estudiantes no es algo nuevo. En 2000, Garrison et al. (2000), al proponer una herramienta conceptual para la CMO en educación, presentaron la Comunidad de Indagación (Col), desarrollando el concepto de experiencia educativa exitosa basada en tres aspectos relevantes: presencia cognitiva, presencia social y presencia docente. Este marco contextualiza la relación entre educación y empatía en el entorno digital.

La naturaleza de la comunicación en línea permite a los individuos ser físicamente invisibles para los demás (cámaras apagadas), lo que invalida las comunicaciones no verbales cruciales: la expresión facial y el contacto visual (Nelson-Jones, 2005), o la posible conciencia de la reacción física de una persona ante otra(s) persona(s). Dado que gran parte de la comunicación tradicional cara a cara tiende a ser no verbal, sin pistas como el tono de voz o el lenguaje corporal, las interacciones digitales carecen de este elemento esencial de entendimiento (Terry & Cain, 2016).

Otra cuestión importante que puede perderse en la educación en línea es el contagio emocional, que se desarrolla durante el periodo preverbal y constituye el primer paso en el funcionamiento empático

(Carré et al., 2013). Aunque los investigadores coinciden en el papel positivo de la empatía en las relaciones interpersonales (Stephan & Finlay, 1999), existen pruebas de que la CMO altera la dinámica interpersonal (Konrath et al., 2011) y actualmente se reconoce que la empatía está influida por la edad, el sexo y otros atributos del individuo, incluido el contexto situacional (Feshbach & Feshbach, 2009). Por lo tanto, nuestras hipótesis son:

- H1. Los estudiantes que dedican más tiempo a la educación en línea muestran un menor nivel de empatía.
- H1.1. Los estudiantes que dedican más tiempo a la educación en línea muestran un menor nivel de empatía cognitiva.
- H1.2. Los estudiantes que pasan más tiempo en la educación en línea muestran un menor nivel de contagio emocional.
- H1.3. Los estudiantes que pasan más tiempo en la educación en línea muestran un mayor nivel de desconexión emocional.
- H2. El nivel de empatía varía según el género en la educación en línea.
- H2.1. Es más probable que las alumnas muestren un mayor nivel de empatía que los alumnos cuando cursan estudios en línea.
- H3. Los estudiantes con bajo nivel de empatía son más propensos a apagar la cámara durante la educación en línea.
- H4. Durante la educación en línea, los estudiantes con un alto nivel de empatía son más propensos a necesitar el apoyo emocional de sus compañeros.

3. Metodología

La investigación se basa en un enfoque cuantitativo, realizado en Portugal y Rumanía entre el 29 de septiembre y el 9 de noviembre de 2022, que consistió en aplicar una encuesta a estudiantes matriculados en cursos de enseñanza superior especializados en Comunicación.

Este estudio respeta las directrices de la Comisión de Ética de la Investigación de la Universidad de Bucarest, la ley portuguesa 58/2019 sobre el Reglamento General de Protección de Datos, y sigue las directrices y normas impuestas por el Reglamento General de Protección de Datos de la UE (27 de abril de 2016/679).

Según el Índice de Economía y Sociedad Digitales (DESI, 2022) publicado por la Comisión Europea, que analiza el Capital Humano, la Conectividad, la Integración de la Tecnología Digital y los Servicios Públicos Digitales de los 28 países de la UE, Portugal y Rumanía presentan diferencias significativas en cuanto al acceso y uso de las tecnologías digitales. Portugal está muy cerca de la media de la UE en 3 de los puntos, pero considerablemente por debajo en Conectividad donde Rumanía presenta mejores resultados que Portugal. En cuanto a la integración de la tecnología digital en la sociedad, Portugal se sitúa en el puesto 12 por encima de la media de la UE mientras que Rumanía es el último país. Estas diferencias y la similitud en los largos periodos de clases en línea en ambos países justifican la comparación de la investigación.

3.1. Participantes

El principal criterio de selección de los encuestados fue el campo de estudio: Comunicación. El número exacto de estudiantes matriculados cada año en Portugal y Rumanía en Estudios de Comunicación es difícil de determinar, ya que en ambos países los únicos datos oficiales se refieren al número máximo de plazas disponibles en esos programas de estudio, no al número real de estudiantes matriculados. Dada esta limitación, se aplicó una técnica de muestreo no probabilístico para obtener una muestra de conveniencia (Bryman, 2012; Kalton, 2020), que contenía 570 estudiantes portugueses y 515 rumanos. La muestra ($n=1.085$) consistió en voluntarios contactados personalmente a través de correos electrónicos institucionales, grupos de medios sociales y con carteles con un código QR y una presentación de la investigación, expuestos en lugares visibles en las instalaciones de los Departamentos/Facultades de Comunicación de ambos países.

Todos los participantes fueron informados de la finalidad de la investigación y tuvieron libertad para retirarse de la encuesta en cualquier momento. Los encuestados debían cumplir los siguientes requisitos: estar matriculados en programas de Comunicación en universidades portuguesas o rumanas (de cualquier nivel); tener un nivel fluido de inglés (idioma del cuestionario); tener al menos 18 años, y aceptar libremente participar en la encuesta mediante un consentimiento informado expreso.

En cuanto a la distribución por edades, más del 80% de los participantes eran adultos jóvenes, de 18 a 23 años, y la mayoría tenía entre 18 y 20 años. Lo que predomina en Portugal, con un 55,26%, son los estudiantes de licenciatura con edades entre los 18 y los 20 años, frente al 27,72% con edades entre los 21 y los 23 años. En Rumanía, existe un visible equilibrio de edades entre las dos primeras categorías: el 46,01% representa a los participantes de 21 a 23 años, y el 41,17%, a los de 18 a 20 años. En términos de género (Tabla 1), las mujeres jóvenes representan el 73,36%. Esto se explica por su mayoría entre los estudiantes matriculados en ambos países en programas de Comunicación, ya que este campo ofrece muchas oportunidades para las mujeres a nivel europeo (Ross & Padovani, 2017).

Género	Portugal		Rumanía		Total	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Mujer	401	70,35%	395	76,70%	796	73,36%
Hombre	166	29,12%	113	21,94%	279	25,72%
Otro	2	0,35%	4	0,78%	6	0,55%
Género sin especificar	1	0,18%	3	0,58%	4	0,37%
Total	570	100%	515	100%	1.085	100%

3.2. Procedimientos e instrumentos de recopilación de datos

El cuestionario era anónimo y no recogía nombres, direcciones de correo electrónico ni geolocalizaciones. La recopilación de datos se llevó a cabo mediante un cuestionario autoadministrado en línea (Bryman, 2012), utilizando el enlace proporcionado por los investigadores o accediendo al código QR incluido en el póster. El cuestionario constaba de cuatro secciones: (1) datos demográficos relativos al grupo de edad, país de origen, género; (2) exposición al uso de tecnologías digitales (número de horas dedicadas a la tecnología digital) y a la educación en línea (número de semestres con educación en línea); (3) nivel de empatía (véase «infra»); (4) autopercepción de la educación en línea que implica el uso de webcams y sentimientos autoevaluados en relación con la educación en línea («la educación en línea influye positivamente en mi vida», «durante las sesiones de enseñanza en línea, me resulta difícil interactuar con mis compañeros», «después de 2 años de pandemia, los estudiantes están cansados de ser amables en las clases en línea», «después de 2 años de pandemia, me siento más desconectado emocionalmente»).

La tercera sección -medición de la empatía- consistió en una escala de 20 ítems titulada Escala Básica de Empatía (en inglés Basic Empathy Scale, BES), diseñada por Jolliffe y Farrington (2006). Esta escala se probó en adolescentes británicos y los resultados se interpretaron utilizando dos factores: la empatía afectiva y la cognitiva, que pueden solaparse, pero muestran cierto grado de diferenciación (Jolliffe & Farrington, 2006: 602). En 2013, Carré et al. validaron el BES para adultos y propusieron un modelo de análisis de tres factores: contagio emocional, desconexión emocional y empatía cognitiva. El contagio emocional es una forma de sincronizar las propias posturas y expresiones con las de las personas del entorno (Hatfield et al., 1994). La desconexión emocional se refiere a «un mecanismo de desconexión de la emoción que protege a los individuos de las emociones excesivas» (Carré et al., 2013: 686), mientras que la empatía cognitiva significa una manera de desprenderse inmediatamente de las emociones del otro para no sufrir. Para Gerdes et al. (2011), la coherencia y combinación del modelo de 3 factores de la empatía puede justificarse también por procesos neuropsicológicos. En esta sección se ha utilizado el BES propuesto por Jolliffe y Farrington (2006) y se han interpretado los resultados utilizando el modelo de 3 factores de Carré et al. (2013) que excluyeron un ítem del BES, pero para facilitar la comparación entre este estudio y otros similares anteriores, en esta investigación se mantuvo el mencionado ítem (4).

Siguiendo ambos diseños de encuesta (Jolliffe & Farrington, 2006; Carré et al., 2013) los participantes valoraron cada frase en una escala tipo Likert de 5 puntos (-2 Totalmente en desacuerdo, -1 En desacuerdo, 0 Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 1 De acuerdo, 2 Totalmente de acuerdo). Para interpretar uniformemente los resultados, la escala de Likert se recodificó del siguiente modo: 1 Totalmente en

desacuerdo, 2 En desacuerdo, 3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 De acuerdo, 5 Totalmente de acuerdo. En el BES original, siete ítems estaban invertidos (para ser empático, el encuestado tenía que estar en desacuerdo con el ítem), por lo que la escala también se invirtió en el caso de estos 7 ítems para ofrecer una interpretación uniforme de los resultados. Por lo tanto, el nivel mínimo de empatía se expresa con 20 puntos y el máximo con 100 puntos (Carré et al., 2013: 682). El análisis estadístico se realizó con programas informáticos gratuitos: PSpP versión 1.6.2; R versión 4.1 (R Core Team, 2021); paquetes estadísticos R (Fox & Weisberg, 2020; Lenth, 2020); Jamovi versión 2.3.

4. Resultados

4.1. Tecnología digital y la educación en línea

El 91,61% de los encuestados declara pasar más de 4h/día utilizando dispositivos digitales, y el 36,68% pasa más de 8 horas diarias utilizando ordenadores, tabletas o smartphones. La variación entre ambos países es inferior al 3%. Por ejemplo, el 56,32% de los estudiantes portugueses consideran que pasan entre 4 y 8h/día, similar al 53,40% de los rumanos. La alta exposición a la tecnología digital, que representa al menos 8h/día, arroja resultados autoestimados similares, es decir, un 35,09% en Portugal y un 38,4% en Rumanía.

En cuanto a la participación en la educación en línea, existen diferencias significativas: El 31,93% de los participantes portugueses declararon haber asistido a 2 semestres de cursos en línea, frente al 16,12% de los rumanos, y el 9,82% de los portugueses asistieron a 4 semestres en línea, frente al 32,63% de los rumanos. Tanto los estudiantes portugueses como los rumanos autoevaluaron que habían cursado 3 semestres en línea, lo que representa casi el mismo porcentaje (29,82% en Portugal y 29,13% en Rumanía). A pesar del contexto pandémico, el 7% del total de encuestados consideró que no asistía a clases en línea, mientras que, por el contrario, el 1,57% autoevaluó sus estudios en línea en más de 5 semestres.

4.2. Nivel de empatía

El nivel de empatía (calculado utilizando el número total de puntos del BES de 20 ítems descrito «supra») varía entre 43 y 100 puntos (Tabla 2).

Nivel de empatía	Portugal					Rumania					Total
	Mujer	Hombre	Otro	Género sin especificar	Total Portugal	Mujer	Hombre	Otro	Género sin especificar	Total Rumania	
20-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41-50	2	1	0	0	3	5	2	0	0	7	10
51-60	12	19	0	0	31	26	14	0	0	40	71
61-70	62	63	0	0	125	62	44	0	1	107	232
71-80	157	54	0	0	211	153	40	3	2	198	409
81-90	135	23	2	1	161	107	11	0	0	118	279
91-100	33	6	0	0	39	42	2	1	0	45	84
Total	401	166	2	1	570	395	113	4	3	515	1.085

La mayoría de los participantes (920, es decir, el 84,79%) muestran un nivel medio de empatía, entre 61 y 90 puntos. El nivel medio de empatía en Portugal es de 76,20 (DE=9,69) y en Rumanía es de 75,51 (DE=10,57).

En cuanto al género, las mujeres obtuvieron puntuaciones más altas que los hombres, independientemente del país de origen. En la escala de empatía total, las mujeres obtuvieron una media de 77,63 (DE=10,11), y los hombres de 70,72 (DE=9,03). La puntuación media de las mujeres portuguesas fue de 78,23 (DE=9,18), y la de los hombres, de 71,29 (DE=9,15). Por su parte, las mujeres rumanas obtuvieron una puntuación media de 77,04 (DE=10,53), y los hombres de 70,16 (DE=8,85).

Los datos sobre contagio emocional (el intervalo es de 6-30) no muestran diferencias entre países, pero sí diferencias significativas en cuanto al género. En Portugal, la puntuación media del contagio emocional (mujeres y hombres) es de 19,97 (DE=4,29), mientras que en Rumanía es de 19,84 (DE=4,83). En Portugal, la puntuación media de las mujeres en contagio emocional es de 20,91 (DE=3,93), y la de los

hombres de 17,69 (DE=4,26). En Rumanía, la puntuación media de las mujeres es de 20,57 (DE=4,59), y la de los hombres de 17,27 (DE=4,81). Las mujeres obtienen puntuaciones más altas que los hombres en ambos países. Los datos sobre desconexión emocional (el intervalo es de 6-30) tampoco muestran diferencias significativas en cuanto al país de origen, pero sí en cuanto al género. En Portugal, la puntuación media de desconexión emocional (mujeres y hombres) es de 24,31 (DE=3,98), mientras que en Rumanía es de 23,17 (DE=4,32). La diferencia entre mujeres y hombres se sitúa dentro de los mismos parámetros (en torno a 3 puntos sobre 30). En Portugal, la puntuación media de las mujeres es de 24,98 (DE=3,67), y la de los hombres es de 22,71 (DE=4,24). En Rumanía, la puntuación media de las mujeres es de 23,89 (DE=3,96), y la de los hombres es de 20,68 (DE=4,59).

4.3. El impacto de la educación en línea en la vida de los estudiantes

Aunque existe una diferencia entre los estudiantes portugueses y rumanos, el 63,50% de los encuestados considera que la educación en línea ha tenido una influencia positiva en su vida. El 68,42% de los participantes portugueses están «totalmente de acuerdo» y «de acuerdo» frente al 58,06% de los rumanos. Sólo el 7,37% considera que la educación en línea no ha tenido un impacto positivo en su vida.

Durante las clases en línea, el 47,85% de los participantes cree que no tiene dificultades para interactuar con sus compañeros. En Rumanía, el 51,85% de los estudiantes autoevaluaron que la educación en línea no dificultaba la comunicación con los compañeros de clase, una opinión similar para el 43,86% en Portugal.

4.4. El nivel de interacción de los estudiantes mediante el uso de una cámara web

El porcentaje de participantes que están «de acuerdo» o «totalmente de acuerdo» con una interacción difícil durante las clases en línea es del 25,53. La diferencia entre los estudiantes portugueses y rumanos que autoevaluaron una interacción muy baja con sus compañeros es inferior al 2%. Del mismo modo, el 19,65% de los portugueses admitió que la interacción con sus compañeros durante la enseñanza en línea era difícil, mientras que los rumanos se autoevaluaron con un 16,12%. El porcentaje total de valoración «ni de acuerdo ni en desacuerdo» es del 28,82%. Más de la mitad de los estudiantes rumanos no están de acuerdo con la dificultad de interacción con los compañeros de clase, frente al 43,86% de los portugueses. La diferencia del 8,99% entre los alumnos rumanos y los portugueses es significativa.

El 75,02% de los encuestados participó en clases en línea con la cámara apagada, sin diferencias entre países. En cuanto a la asistencia con la cámara encendida, hay diferencias entre países: El 26,66% de los portugueses, frente al 19,41% de los rumanos.

4.5. El nivel de «fatiga» por empatía

El 44,52% de los participantes portugueses y rumanos se mostraron «totalmente de acuerdo» o «de acuerdo» con la idea de que es difícil ser agradable en las clases en línea (Tabla 3). Este sentimiento podría asociarse a una «fatiga de empatía» o a un bloqueo de la empatía. Aun así, el 15,61% de los portugueses declararon que siguen dispuestos a comunicarse amablemente en las clases en línea, mientras que en Rumanía el porcentaje es del 18,25%. Sólo el 10,97% se mostró en desacuerdo con la posibilidad de cansarse de ser simpático en las clases en línea, tras 2 años de pandemia.

Después de dos años de pandemia, Creo que los estudiantes están cansados de ser amables en las clases online	Portugal		Rumanía		Total	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	101	17,72%	93	18,06%	194	17,88%
De acuerdo	157	27,54%	132	25,63%	289	26,64%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	172	30,18%	128	24,85%	300	27,65%
En desacuerdo	89	15,61%	94	18,25%	183	16,87%
Totalmente en desacuerdo	51	8,95%	68	13,20%	119	10,97%
Total	570	100%	515	100%	1.085	100%

4.6. Desconexión emocional autoevaluada tras la pandemia

En esta investigación, el 41,47% de los encuestados se autoevaluaron como emocionalmente desconectados (Tabla 4). El porcentaje de rumanos que afirman estar «totalmente de acuerdo» y «de acuerdo» con la desconexión emocional tras 2 años de pandemia es del 45,44%, mientras que entre los participantes portugueses es del 37,90%. En cuanto al desacuerdo y fuerte desacuerdo con la desconexión emocional, los portugueses se autoevaluaron con un 42,81%, frente al 35,73% de los rumanos. El porcentaje de estudiantes portugueses y rumanos que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo con esta desconexión emocional es del 19,08%, muy equilibrado entre ambos países.

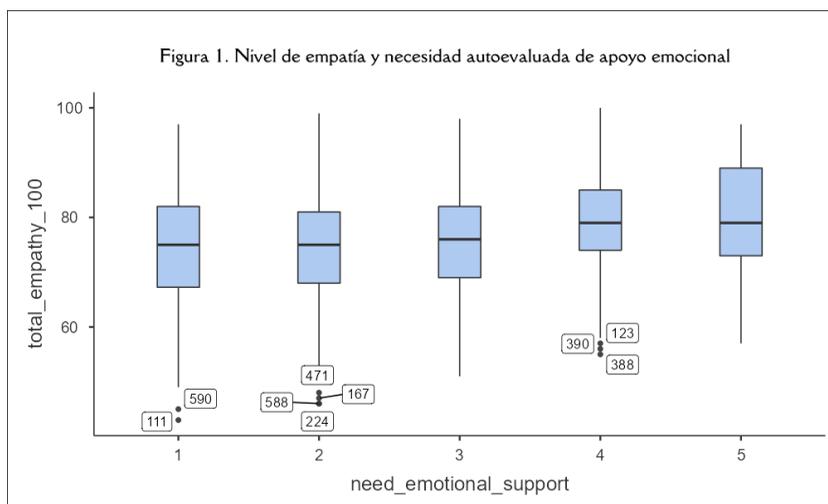
Después de dos años de pandemia, Me siento más desconectado emocionalmente	Portugal		Rumania		Total	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	69	12,11%	102	19,81%	171	15,76%
De acuerdo	147	25,79%	132	25,63%	279	25,71%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	110	19,30%	97	18,83%	207	19,08%
En desacuerdo	143	25,09%	106	20,58%	249	22,95%
Totalmente en desacuerdo	101	17,72%	78	15,15%	179	16,50%
Total	570	100%	515	100%	1.085	100%

4.7. Género, empatía y tecnología

Los resultados del análisis de los datos de ambos países muestran que existe una correlación entre el nivel de empatía y el género (Tabla 5). También se observa una débil correlación entre la empatía y las horas pasadas en línea y el número de años en la enseñanza superior.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Cámara encendida/apagada	34,8	2	17,4	0,191	0,826
Género	9.495,8	2	4.747,9	52,061	< 001
Grupo de edad	361,6	3	120,5	1,322	0,266
Número de años en la educación superior	1.032,3	5	206,5	2,264	0,046
Horas pasadas en línea (exposición a la tecnología digital)	832,8	4	208,2	2,283	0,049
Semestres en línea	294,6	4	73,6	0,807	0,520
Residuos	88.098,0	966	91,2		

Se realizó la prueba ANOVA para investigar el impacto de los factores en la empatía digital. Con un nivel de significación de 0,05, el género, el número de años de estudios superiores y el número de horas pasadas en línea parecen influir en la empatía (valores $p < 0,05$).



Para identificar las categorías que inciden de forma diferente en la empatía, se realizaron pruebas de contraste de Tukey y las conclusiones son las siguientes: la empatía de mujeres es superior a la de

los hombres (diferencia media=7,2); la empatía de los hombres es inferior a la de los demás (diferencia media=-11,7) y los estudiantes con menos de 3 años de estudios superiores muestran un menor nivel de empatía (diferencia media=-2,8). Además, las pruebas ANOVA muestran que principalmente el contagio emocional se ve afectado por la exposición a la tecnología digital. Los participantes con un mayor nivel de empatía son más propensos a necesitar apoyo emocional durante la educación en línea ($p < .001$) (Figura 1). Se realizaron pruebas de contraste de Tukey y las conclusiones fueron que los que están más de acuerdo con la necesidad de apoyo emocional (4 y 5) tienen mayor empatía (por ejemplo, la diferencia media entre 1 y 5 es de -5,606, y entre 2 y 5 es de -5,394).

5. Discusión y conclusiones

En el caso de Portugal, la exposición a la tecnología digital se correlaciona con el contagio emocional, la cámara apagada/encendida, la percepción de los efectos positivos de la educación en línea y con la sensación de poca interacción con los compañeros en línea. También existe una correlación entre el género y la sensación de que la educación en línea produce una «fatiga de empatía» (expresada por el cansancio de ser agradable en las clases en línea). Como indicaron Hosszu et al. (2022: 10), muchos estudiantes experimentaron un sentimiento de alienación durante la pandemia de COVID-19, posiblemente visto como una desconexión emocional, ya que la mayoría de los estudiantes asistieron a clases en línea durante más de un semestre.

La diferencia del 7,08% entre los estudiantes portugueses y rumanos que se evaluaron a sí mismos como desconectados emocionalmente podría considerarse como una mejor adaptación al aprendizaje en línea y a otros recursos para expresar emociones más allá de los «muros» en línea, ya que Portugal muestra una mejor adaptación a las tecnologías digitales (DESI, 2022). Asimismo, en el caso de los encuestados portugueses, cuanto más tiempo se dedica a la educación en línea, mayor es el nivel de sentimientos positivos hacia la misma. En el caso de Rumanía, el género se correlaciona con el contagio emocional (medido por el BES), pero no se correlaciona con la desconexión emocional autoevaluada. El número de semestres dedicados a la educación en línea se correlaciona negativamente con el contagio emocional.

- H1 se valida parcialmente. El nivel de empatía no se ve influido por el número de semestres cursados en educación en línea, pero sí se encuentra una correlación significativa en el nivel de contagio emocional relacionado con la exposición autoevaluada a la tecnología digital, donde se observan valores de correlación débiles en el caso de los encuestados portugueses y rumanos (H1.2). El contagio emocional es de suma importancia ya que es un proceso automático e inconsciente, desarrollado en los primeros años de vida, y se refiere a la expresión afectiva de las emociones (Carré et al., 2013: 679). Nuestros resultados también muestran que los niveles de contagio emocional están correlacionados con la duración de la exposición a la tecnología digital.
- H1.1 (empatía cognitiva) y H1.3 (desconexión emocional) no se validan.

Los resultados validan la segunda hipótesis (H2) relativa al nivel de empatía en función del género en la educación en línea. Esto coincide con los resultados de estudios anteriores, que subrayan que las mujeres expresan su empatía de forma diferente a los hombres, corroborando una vez más las conclusiones de Jolliffe y Farrington (2006: 602). Según el análisis estadístico, en ambos países la puntuación media de empatía de las mujeres es superior a la de los hombres durante la educación en línea.

- H3 también se valida. Los estudiantes prefieren apagar la cámara durante las clases en línea (75,02%). Las mujeres muestran un nivel de interés tan bajo como los hombres por asistir a clases con cámaras. El 75,67% de las rumanas se queda detrás de la «pantalla negra», frente al 70,76% de las portuguesas. La variable de activación/desactivación de la cámara se añadió al modelo probado y no parece influir en el nivel de empatía (valor $p=0,826$). Estudios anteriores demostraron que la ansiedad, la intimidad, la libertad y el descubrimiento de nuevas habilidades de actividades multitarea pueden ser las razones para no encender la cámara (Hosszu et al., 2022; Deng et al., 2022).

Este fenómeno de activación/desactivación de la cámara puede explicarse por la capacidad de los estudiantes para comunicarse simultáneamente con sus compañeros, muy probablemente en plataformas

sociales, como WhatsApp. Esta plataforma se considera una herramienta eficaz de interacción que puede integrarse en la educación en línea, aunque los investigadores han observado una disminución del compromiso con el aprendizaje cuando se utilizan plataformas de medios sociales durante las clases en línea (Deng et al., 2022: 15). En este estudio, casi la mitad de los estudiantes se autoevaluaron como positivamente impactados por la educación en línea. Además, el nivel de interacción con los compañeros se considera satisfactorio. Estos resultados son intrigantes en el contexto de mantener la cámara apagada en las clases en línea. Otros estudios muestran que los estudiantes recrean nuevas identidades en un entorno en línea, manipulando las webcams de forma diferente. Mientras asisten a clases en línea, los estudiantes prefieren tener la cámara apagada para expresar diferentes tipos de libertad y reconstruir otro espacio social detrás de ella (Hosszu et al., 2022: 9-10). Los mismos autores observaron que a los alumnos rumanos no les gustaba la presión y el control de los profesores y mantenían la cámara apagada para preservar su individualidad e intimidad. El presente estudio no pudo encontrar datos consistentes relacionados con una correlación clara entre el bajo nivel de empatía y la práctica de mantener la cámara apagada durante las clases online. Se encontró una correlación débil en lo que respecta al género, la empatía y tener la cámara apagada en el caso de los encuestados rumanos de género masculino, pero esto no corrobora la relación entre los niveles más bajos de empatía y la participación con las cámaras encendidas en la educación en línea.

- Se valida la H4 sobre el apoyo emocional que necesitan los estudiantes con alto nivel de empatía mientras asisten a clases online. Los autores suponen que los estudiantes con altos niveles de empatía están más implicados socialmente con sus familiares, amigos y compañeros de clase. Como el aprendizaje es básicamente un proceso social (Swan & Shea, 2005), sin la interacción física en el entorno en línea pueden sentir la necesidad de la presencia social. La presencia social comprende la expresión emocional, la comunicación abierta y la cohesión del grupo, expresándose mediante las emociones, la expresión sin riesgos y el fomento de la colaboración (Garrison et al., 2000: 89). Durante la pandemia, los Programas de Comunicación de Portugal y Rumanía se desarrollaron casi exclusivamente en línea, sin actividades híbridas. La necesidad de apoyo emocional podría justificarse por esta falta de conexión cara a cara durante largos periodos de educación digital.

En conclusión, la presente investigación encontró pruebas de una relación entre la exposición al uso de la tecnología, el género y la empatía. Los autores sostienen que la comprensión de las emociones de los demás podría inhibirse durante la educación digital. La empatía en su esencia nunca cambiará. Sin embargo, su medio de expresión evoluciona de forma natural a medida que el mundo y su forma de comunicación se vuelven cada vez más digitales (Terry & Cain, 2016: 3). Con la creciente adopción tecnológica, los filtros sociales que median en la relación alumno-profesor requieren una comprensión más profunda. Este estudio analizó el constructo de empatía en el entorno educativo digital, a partir de las percepciones y opiniones de los estudiantes. Como se ha demostrado que la empatía está correlacionada con la satisfacción y el rendimiento de los estudiantes (Taylor, 2002; Feshbach & Feshbach, 2009), desentrañar el rasgo digital de este concepto es fundamental. Aunque este estudio no puede establecer la causalidad, cabría esperar que una mayor exposición al uso de la tecnología digital influyera negativamente en el nivel de empatía. Se observó una débil variación de los niveles de empatía, y este proceso está relacionado con el entorno digital. Según esta investigación, de forma similar a la interacción cara a cara, el factor más relevante de la variación de la empatía en la educación en línea es el género. Los resultados de esta investigación pueden contribuir al diseño de actividades o programas que podrían fomentar la expresión de la empatía durante la educación en línea para adultos jóvenes.

Varios aspectos pueden desarrollarse en futuras investigaciones, como una comparación con estudiantes de otros campos de estudio, o una ampliación a otros países. Además, podría abordarse la relación entre género y desconexión emocional para afinar las explicaciones sobre la influencia del género en la empatía en el entorno digital y en la educación en línea. Además, el fenómeno de asistir a clases en línea u otras actividades educativas con las cámaras web apagadas podría investigarse en profundidad utilizando un método de investigación cualitativa, como las entrevistas semiestructuradas.

Contribución de Autores

Idea, A.D., R.S., M.M.; Revisión de la literatura (estado del arte), A.D.; Metodología, A.D., R.S., M.M.; Análisis de datos, R.S., M.M., V.M.; Resultados, R.S., M.M., V.M.; Discusión y conclusiones, A.D., R.S., M.M.; Redacción (borrador original), A.D., R.S., M.M.; Revisiones finales, A.D., R.S., M.M.; Diseño del proyecto y patrocinios: A.D., R.S., M.M.

Apoyos

Este artículo está financiado con fondos nacionales a través de la FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia dentro del proyecto UIDB/05021/2020.

Referencias

- Ahmed, A. (2022). *Exploring Silences in the Field of Computer Assisted Language Learning*. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06501-9_5
- Batson, C.D. (2009). These things called empathy: Eight related but distinct phenomena. In *The social neuroscience of empathy* (pp. 3-15). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262012973.003.0002>
- Batson, C.D., Duncan, B.D., Ackerman, P., Buckley, T., & Birch, K. (1981). Is empathic emotion a source of altruistic motivation? *Journal of Personality and Social Psychology*, 40(2). <https://doi.org/10.1037/0022-3514.40.2.290>
- Bialystok, L., & Kukar, P. (2018). Authenticity and empathy in education. *Theory and Research in Education*, 16, 23-39. <https://doi.org/10.1177/1477878517746647>
- Bryman, A. (2012). *Social research methods*. Oxford University Press. <https://bit.ly/3kynzDt>
- Carré, A., Stefaniak, N., Ambrosio, F., Bensalah, L., & Besche-Richard, C. (2013). The Basic Empathy Scale in adults (BES-A): Factor structure of a revised form. *Psychological Assessment*, 25(3), 679-691. <https://doi.org/10.1037/a0032297>
- D'ambrosio, F., Olivier, M., Didon, D., & Besche, C. (2009). The basic empathy scale: A French validation of a measure of empathy in youth. *Personality and Individual Differences*, 46(2), 160-165. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.09.020>
- Decety, J., & Hodges, S.D. (2006). The social neuroscience of empathy. In *Bridging Social Psychology* (pp. 103-109). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781410616982-21>
- Decety, J., & Jackson, P.L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(2), 71-100. <https://doi.org/10.1177/1534582304267187>
- Deng, L., Zhou, Y., & Hu, Q. (2022). Off-task social media multitasking during class: Determining factors and mediating mechanism. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(14), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00321-1>
- Derntl, B., Finkelmeyer, A., Eickhoff, S., Kellermann, T., Falkenberg, D.I., Schneider, F., & Habel, U. (2010). Multidimensional assessment of empathic abilities: Neural correlates and gender differences. *Psychoneuroendocrinology*, 35(1), 67-82. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2009.10.006>
- DESI (Ed.) (2022). *Digital economy and society index report*. European Commission. <https://bit.ly/41JhjcH>
- Duarte, A., & Riedl, K. (2022). Perceived learning effectiveness and student satisfaction: Lessons learned from an online multinational intensive program. In *Handbook of Research on Teaching Strategies for Culturally and Linguistically Diverse International Students* (pp. 326-344). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8921-2>
- Feshbach, N.D., & Feshbach, S. (2009). Empathy and education. In J. Decety, & W. Ickes (Eds.), *The social neuroscience of empathy* (pp. 85-97). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262012973.003.0008>
- Fox, J., & Weisberg, S. (2020). *Car: Companion to Applied Regression*. [R package]. <https://bit.ly/40adBXV>
- Garrison, D.R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2, 16-22. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)
- Gerdes, K.E., Lietz, C.A., & Segal, E.A. (2011). Measuring empathy in the 21st century: Development of an empathy index rooted in social cognitive neuroscience and social justice. *Social Work Research*, 35(2), 83-93. <https://doi.org/10.1093/swr/35.2.83>
- Gerdes, K.E., Segal, E.A., & Lietz, C.A. (2010). Conceptualising and measuring empathy. *British Journal of Social Work*, 40(7), 2326-2343. <https://doi.org/10.1093/bjsw/bcq048>
- Hatfield, E., Cacioppo, J.T., & Rapson, R.L. (1994). *Emotional contagion*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1080/00029157.1997.10403399>
- Hatfield, E., Rapson, R.L., & Le, Y.C.L. (2009). Emotional contagion and empathy. In J. Decety, & W. Ickes (Eds.), *The social neuroscience of empathy* (pp. 19-30). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262012973.003.0003>
- Hosszu, A., Rughinis, C., Rughinis, R., & Rosner, D. (2022). Webcams and social interaction during online classes: Identity work, presentation of self, and well-being. *Frontiers in Psychology*, 12, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.761427>
- Joa, L.A., & Lorenzo, M. (2021). Zoom In, Zoom Out: The Impact of the COVID-19 pandemic in the classroom. *Sustainability*, 13(5), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su13052531>
- Jolliffe, D., & Farrington, D.P. (2006). Development and validation of the Basic Empathy Scale. *Journal of Adolescence*, 29(4), 589-611. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2005.08.010>
- Kalton, G. (2020). *Introduction to survey sampling*. Sage. <https://doi.org/10.4135/9781412984683>
- Konrath, S.H., O'Brien, E.H., & Hsing, C. (2011). Changes in dispositional empathy in American college students over time: A meta-analysis. *Personality and Social Psychology Review*, 15(2), 180-198. <https://doi.org/10.1177/1088868310377395>
- Lenth, R. (2020). *Emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means*. [R package]. <https://bit.ly/3ZUQVPH>
- Li, L., Gow, A.D.I., & Zhou, J. (2020). The role of positive emotions in education: A neuroscience perspective. *Mind, Brain, and Education*, 14(3), 220-234. <https://doi.org/10.1111/mbe.12244>

- Lowenthal, P.R. (2010). Social presence. In *Social computing: Concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 129-136). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-984-7.ch011>
- Nelson-Jones, R. (2005). *Practical counselling and helping skills. How to use the life skills helping model*. Sage Publications. <https://bit.ly/3ZoEXJz>
- Okoye, K., Rodriguez-Tort, J.A., Escamilla, J., & Hosseini, S. (2021). Technology-mediated teaching and learning process: A conceptual study of educators' response amidst the Covid-19 pandemic. *Education and Information Technology*, 26, 7225-7257. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10527-x>
- R Core Team (Ed.) (2021). *R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.1)*. [Computer software]. <https://cran.r-project.org>
- Rogers, C. (1951). *Client-centered therapy: Its current practice, implications and theory*. Constable.
- Ross, K., & Padovani, C. (2017). *Gender equality and the media*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315709024>
- Stephan, W.G., & Finlay, K. (1999). The role of empathy in improving intergroup relations. *Journal of Social issues*, 55(4), 729-743. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00144>
- Swan, K., & Shea, P. (2005). The development of virtual learning communities. In *Asynchronous Learning Networks* (pp. 239-260). Hampton Press. <https://doi.org/10.4324/9781410611482-19>
- Taylor, C. (2002). Beyond empathy: Confronting homophobia in critical education courses. *Journal of Lesbian Studies*, 6(3-4), 219-234. https://doi.org/10.1300/J155v06n03_18
- Terry, C., & Cain, J. (2016). The emerging issue of digital empathy. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 80(4), 1-4. <https://doi.org/10.5688/ajpe80458>
- Titchener, E.B. (1909). *Lectures of the experimental psychology of thought processes*. Cornell University Library.
- UNESCO (Ed.) (2020). *Education: From disruption to recovery*. Unesco. <https://bit.ly/3ZpRHjh>
- Villarroel, V., & González, A. (2023). Students' learning perception in engineering, health and education during emergency remote education in Chile. *International Journal of Educational Methodology*, 9(1), 41-51. <https://doi.org/10.12973/ijem.9.1.41>



Vacuna contra COVID-19 en Facebook: Un estudio sobre las emociones expresadas por el público brasileño

The COVID-19 vaccine on Facebook: A study of emotions
expressed by the Brazilian public

-  Dr. Geilson Fernandes-de-Oliveira. Investigador, INCT-CPCT, Fundación Oswaldo Cruz, Río de Janeiro (Brasil) (geilson.fernandes@gmail.com) (<https://orcid.org/0000-0002-3278-4044>)
-  Dra. Luisa Massarani. Investigadora, Coordinadora del INCT-CPCT en la Fundación Oswaldo Cruz, Río de Janeiro (Brasil) (luisa.massarani@fiocruz.br) (<https://orcid.org/0000-0002-5710-7242>)
-  Dra. Thaiane Oliveira. Profesora, Universidad Federal Fluminense, Río de Janeiro (Brasil) (thaianeoliveira@id.uff.br) (<https://orcid.org/0000-0002-8588-3548>)
-  Dra. Grazielle Scalfi. Investigadora, INCT-CPCT, Fundación Oswaldo Cruz, Río de Janeiro (Brasil) (graziscaffi@gmail.com) (<https://orcid.org/0000-0002-1417-1287>)
-  Dr. Marcelo Alves-dos-Santos-Junior. Profesor, Dept. de Comunicación Social, Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (Brasil) (marcelo_alves@puc-rio.br) (<https://orcid.org/0000-0003-4995-6612>)

RESUMEN

Las vacunas son un recurso de salud pública esencial para la contención de enfermedades y la reducción de las tasas de mortalidad asociadas. Con la aparición de la COVID-19, los debates públicos sobre los temas de las vacunas y los procesos de vacunación se convirtieron en temas importantes en diversos medios y plataformas de redes sociales. En este artículo, nuestro objetivo fue identificar y reflexionar sobre las emociones evocadas en el público brasileño con respecto a la vacuna COVID-19 durante 2020 y 2021 en Facebook. Para lograr esto, utilizamos la interfaz gráfica de Crowdtangle para extraer copias completas de las publicaciones realizadas por los perfiles públicos de Facebook durante este período de tiempo, de las cuales se seleccionó para el análisis una muestra aleatoria de 1.067 publicaciones. La identificación de las emociones se realizó utilizando los descriptores de Red de Interacción Hombre-Máquina en la Emoción (Human-Machine Interaction Network on Emotion, HUMAINE) como referencia. Luego, las emociones se agruparon en categorías siguiendo el Modelo de Afecto Central (Core Affect Model). El análisis y la interpretación de los datos indicaron una prevalencia de emociones positivas relacionadas a las vacunas, como confianza, interés y esperanza, en el escenario doméstico brasileño. También se expresaron emociones negativas como preocupación y desaprobación, aunque en referencia a cuestiones contextuales (por ejemplo, la propagación de COVID-19, retrasos en el acceso a la vacuna y la aparición de nuevas variantes) y figuras públicas, como el presidente de Brasil.

ABSTRACT

Vaccines are an essential public health resource for disease containment and reduction of associated mortality rates. With the emergence of COVID-19, public debates on the themes of vaccines and vaccination processes became important topics on diverse media and social networking platforms. In this article, our objective was to identify and reflect on the emotions evoked in the Brazilian public with respect to the COVID-19 vaccine during 2020 and 2021 on Facebook. To achieve this, we used the Crowdtangle graphical interface to extract complete copies of posts made by public Facebook profiles during this timeframe, from which a random sample of 1,067 posts was selected for analysis. Identification of emotions was performed using the Human-Machine Interaction Network on Emotion (HUMAINE) descriptors as a baseline reference. Emotions were then grouped into categories following Core Affect Model guidelines. Data analysis and interpretation indicated a prevalence of positive emotions such as trust, interest, and hope directed toward vaccines in the Brazilian domestic scenario. Negative emotions such as worry and disapproval were also expressed, albeit in reference to contextual issues (for example, the spread of COVID-19, delays in vaccine access, and the emergence of new variants) and public figures, such as the President of Brazil.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Vacuna, vacunación, emociones, redes sociales, Facebook, Brasil.
Vaccine, vaccination, emotions, social networks, Facebook, Brazil.

1. Introducción y estado del arte

Durante la pandemia de la COVID-19, las vacunas han demostrado ser un recurso de salud pública esencial en términos de contención de la enfermedad y reducción de la tasa de mortalidad. Desarrollada con agilidad y generando elevadas expectativas por parte del público (Bok et al., 2021), la primera vacuna contra la COVID-19 –desarrollada por Pfizer/BioNTec– fue aprobada globalmente por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para uso emergencial¹ en diciembre de 2020.

En Brasil, las primeras vacunas aprobadas para uso doméstico por la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (Anvisa) fueron Astrazeneca (en el marco de un acuerdo entre la Universidad de Oxford y la Fundación Oswaldo Cruz de Brasil) y Coronavac (desarrollada por Sinovac en colaboración con el Instituto Butantan), el 17 de enero de 2021². Poco tiempo después, la enfermera Mônica Calazans se tornó la primera brasileña en ser vacunada con Coronavac, un momento que fue ampliamente cubierto por los medios de comunicación y generó una abundante cantidad de contenido en redes sociales que revelaron los intereses, percepciones, sentimientos y emociones del público respecto a la aprobación de la vacuna y el comienzo del proceso de vacunación contra la COVID-19 en Brasil.

En ese contexto, el objetivo de este artículo fue identificar y reflexionar sobre los sentimientos y emociones compartidos por el público brasileño respecto a las vacunas durante 2020 y 2021, período en que el tema recibió una amplia atención en la esfera pública, generando, a su vez, expectativas e interés. Para ello, fueron seleccionadas para el análisis 1.067 publicaciones en páginas públicas de Facebook utilizando la interfaz gráfica Crowdtangle. A pesar de frecuentemente inexploradas, numerosos estudios indican que las emociones son importantes para el entendimiento de acontecimientos históricos y sociales (Ahmed, 2014; Potkay, 2007), siendo estas descritas como elementos constitutivos de motivaciones, percepciones y actitudes, tanto individuales como colectivas. En ese sentido, el estudio de las emociones evocadas por la vacuna de la COVID-19 y los procesos de vacunación asociados, específicamente en Facebook, puede considerarse una estrategia productiva para el análisis de cómo este recurso de salud pública es visto y evaluado por el público.

Según el estudio de Avaaz (una red para la movilización global social) y la Sociedad Brasileña de Inmunizaciones (SBIIm) (2019), redes como Facebook cumplen roles importantes como espacios de debate y fuentes de información sobre vacunas. Orr et al. (2016) y Oliveira et al. (2020) corroboran esta afirmación, demostrando que, de hecho, Facebook ha sido utilizada como una herramienta para la búsqueda e intercambio de contenido relacionado con la salud. En Brasil, este uso, así como el potencial que implica, se ven acentuados ya que, según un informe de We Are Social (2022), el 77% de la población brasileña tiene acceso a Internet, representando la sexta mayor población de usuarios intensivos de redes sociales en términos globales. Según ese informe, la búsqueda de información se destaca como uno de los usos más importantes de Facebook, una de las redes sociales más populares en ese país.

La comprensión de las discusiones sobre la vacuna contra la COVID-19 y los procesos asociados a la vacunación en Facebook, desde la perspectiva del análisis y reflexión de las emociones que evocan, puede, a su vez, ser considerado de suma importancia para el entendimiento de cómo el público percibe una de las herramientas clave de la sociedad global para la contención y erradicación de enfermedades, especialmente en un contexto de reticencia creciente a la vacunación a nivel global (Kennedy, 2020) y de circulación del discurso antivacunas (Costa & Silva, 2022).

1.1. Vacuna, emociones y redes sociales

El desarrollo de vacunas y los procesos de vacunación masiva son los principales medios de prevención, control y, en algunos casos, erradicación de enfermedades en una sociedad, reduciendo, de ese modo, la morbilidad y mortalidad (Kennedy, 2020). Sin embargo, en los últimos años, ha habido una reducción en el número de vacunaciones realizadas a nivel global. Esto ha provocado un resurgimiento de brotes de enfermedades que antes se consideraban erradicadas, disparando una alarma que debe ser respondida por la política pública (Dubé et al., 2015). Brasil, que disponibiliza gratuitamente vacunas recomendadas por la OMS para el público, ha presentado históricamente altas tasas de vacunación. No obstante, las tasas han venido cayendo. Según DataSus, la tasa general de vacunación en 2021 fue 59,8% menor que en 2020 (67,2%) y 2019 (73,4%)³.

Existen numerosas explicaciones potenciales para esta reducción, incluyendo una falta de acceso a la vacunación o, incluso, la propia pandemia, la cual desestabilizó varios servicios públicos⁴. Aparte de estos factores, investigadores también han indicado la reticencia a las vacunas como un fenómeno contribuyente (Nobre & Guerra, 2021; Milani & Busato, 2021). El escenario global ya era preocupante antes de la pandemia, con la OMS mencionando la reticencia a las vacunas como una de las diez principales amenazas para la salud global en 2019 (Organización Mundial de la Salud, 2019).

La investigación de las percepciones y actitudes del público hacia las vacunas en redes sociales permite entender los abordajes y posicionamientos de determinados grupos sobre el asunto, así como también focos existentes de desinformación y narrativas antivacunas (Massarani et al., 2021). También permite entender las emociones evocadas por páginas públicas de Facebook sobre el tema de las vacunas, considerando que los sitios de redes sociales son espacios interactivos que incentivan y movilizan la expresión de sentimientos y emociones (Serrano-Puche, 2016; Papacharissi, 2014). A pesar de este reconocimiento, el estudio disciplinario de las emociones todavía se encuentra poco desarrollado en algunos aspectos debido a dificultades en la definición y medición de emociones o a los abordajes teóricos conflictivos.

En términos generales, existen tres corrientes principales en el estudio de las emociones (Clarke et al., 2006; Rezende & Coelho, 2010). La primera considera a las emociones como elementos biológicos innatos a los sujetos, poseyendo, por lo tanto, una expresión universal. La segunda corriente, al contrario de la primera, entiende las emociones como construcciones históricas, sociales y culturales, derivadas de relaciones sociales más que de una «naturaleza humana», variando conforme el tiempo y lugar. La tercera perspectiva, adoptada en este estudio, promueve la integración de las dos anteriores, entendiendo las emociones como derivaciones tanto de elementos naturales como sociales, culturales e históricos. Alineado con esta perspectiva, Calhoun (2008) sostiene que las emociones no deben ser consideradas reacciones irracionales, sino categorías que pueden arrojar luz sobre determinados acontecimientos. Ahmed (2014) refuerza ese argumento afirmando que las emociones pueden revelar motivaciones, costumbres y predisposiciones, así como también relaciones de poder, llegando, incluso, a caracterizarlas como un reflejo de su tiempo.

Algunos estudios han adoptado esta posición en la investigación de las emociones en redes sociales con el objetivo de entender el comportamiento y opiniones de determinados grupos. Una de las estrategias empleadas es el análisis de sentimientos y emociones (Benevenuto et al., 2015; Gonçalves et al., 2013), que integra el procesamiento y análisis del lenguaje para determinar el contenido emocional presente en un extracto específico de texto con el objetivo de identificar su polaridad o valencia (positiva o negativa), excitación (nivel de activación o desactivación), y las emociones que representa a través de descripciones estandarizadas. Algunos estudios realizados específicamente sobre contenido producido en redes sociales acerca del tema de las vacunas y procesos de vacunación han demostrado la importancia de analizar sentimientos y emociones. Por ejemplo, al analizar el discurso relacionado a las vacunas contra la COVID-19 en Twitter durante el inicio del proceso de vacunación en los Estados Unidos de América, Monselise et al. (2021) demostraron la utilidad de evaluar el sentimiento del público sobre vacunas a través del modo en que son representadas en redes sociales con el objetivo de aplicar los resultados en la formulación de políticas de salud pública. Chou y Budenz (2020), a su vez, sugieren que, una vez identificadas, emociones negativas, como miedo y enojo, pueden proporcionar explicaciones para la reticencia a las vacunas, creando oportunidades para la implementación de estrategias de comunicación con potencial para neutralizar emociones negativas y promover otras emociones, positivas, para contrarrestarlas.

Al analizar datos sobre información relacionada a las vacunas publicada en Twitter en diez países diferentes, Greyling y Rossouw (2022) observaron que las publicaciones que contenían información positiva sobre la seguridad y eficacia de las vacunas tendían a amplificar otras actitudes y sentimientos positivos sobre el tema, demostrando el grado en que los sentimientos y emociones pueden ser importantes factores de influencia en los procesos de toma de decisiones. Hu et al. (2021) presenta resultados similares, además de indicar la complejidad y diversidad de emociones que pueden ser asociadas con las vacunas y la vacunación, incluyendo cómo acontecimientos críticos pueden impactar y modelar la opinión pública sobre las vacunas. En Brasil, a pesar de la amplia circulación de contenido relacionado a vacunas en redes sociales, los estudios sobre las emociones que este evoca todavía son incipientes, especialmente con

relación a Facebook. Entre los estudios realizados en el contexto brasileño, pueden ser observados los siguientes temas: análisis de emociones y sentimientos evocados durante la pandemia de la COVID-19 utilizando publicaciones de Twitter (Gonçalves et al., 2022), e investigaciones sobre los sentimientos y emociones en torno a las vacunas, también en Twitter, a partir de recortes temporales distintos, ya sea durante el proceso de aprobación de la vacuna en Brasil (Penteado et al., 2021), los primeros meses de vacunación en el país (Rodas et al., 2022), o meses específicos de 2022 (Obeica & Martins, 2022). Cabe destacar que, en general, existe una escasez de análisis en otras plataformas además de Twitter, y estudios longitudinales, considerando que un recorte temporal más amplio y la inclusión de un mayor número de redes sociales permitiría contribuir con la investigación sobre la relación entre vacunas y emociones para conocer de un modo más efectivo cómo el público brasileño procesa información relevante sobre el tema.

2. Materiales y métodos

2.1. Recolección de datos

Los datos para este estudio fueron extraídos el 3 de enero de 2022, utilizando el sistema de interfaz gráfica Crowdtangle, a partir de los términos de búsqueda «vacuna», «vacunas», «vacunar», «vacunado», «vacunación», «coronavac», «pfizer», «janssen» y «astrazeneca» para publicaciones en páginas públicas de Facebook realizadas entre el 1 de enero de 2020 y 31 de diciembre de 2021, recuperando un total de 2.965.376 resultados.

Para identificar las emociones expresadas por el público brasileño en Facebook, considerando la cantidad de publicaciones recolectadas y los desafíos inherentes a su análisis, fue seleccionada una muestra aleatoria simple con un intervalo de confianza de 95% y un margen de error de 3% utilizando la función `sample_n()` del paquete `dplyr` en el lenguaje de programación y análisis estadístico R. Como resultado, el conjunto final de datos para este estudio estuvo compuesto por 1.067 publicaciones, un tamaño de muestra adecuado para un análisis simultáneamente representativo y cualitativo. La decisión de seleccionar publicaciones de modo aleatorio para el análisis fue tomada debido al tamaño y diversidad del conjunto de datos, así como también para evitar limitar el análisis a las publicaciones con más «me gusta», o las más comentadas y compartidas, como hubiese sido en el caso de emplear una selección por orden de interacción, pudiendo presentar potencialmente un sesgo hacia texto con una alta carga emocional a partir del criterio del algoritmo para la circulación de contenido en la plataforma (Berger & Milkman, 2012).

2.2. Identificación y clasificación de emociones

Después de la recolección y procesamiento de datos, las publicaciones fueron interpretadas y categorizadas para determinar su contenido emocional. Aquellas vacías de contenido emocional fueron clasificadas como «sin emociones expresadas», una categoría correspondiente a contenido informativo y otros tipos de contenido sin una vinculación emocional explícita (Penteado et al., 2021). Las publicaciones que contenían emociones explícitas fueron clasificadas en una de las siguientes dos formas: «emoción expresada e identificada», aplicándose descriptores emocionales que serán presentados a continuación, o «emoción expresada pero no identificada» en casos en los cuales, a pesar de tener contenido emocional detectable, no demostraron claridad suficiente para la clasificación en una emoción específica.

De las 1.067 publicaciones, 523 (49%) fueron clasificadas como «sin emociones expresadas», 22 (2%) como «emoción expresada pero no identificada» y 523 (49%) como «emoción expresada e identificada». Debido a nuestro interés en investigar publicaciones con contenido emocional identificable, aquellas clasificadas como «sin emociones expresadas» o «emociones expresadas, pero no identificadas» no avanzaron hacia las etapas posteriores del análisis. Por lo tanto, el conjunto de datos para este estudio consistió en 523 publicaciones.

En el campo del análisis de sentimientos y emociones, existen numerosos sistemas para registro y clasificación de estas últimas, incluyendo aquellos automatizados (a partir del uso de software específico); semiautomatizados (empleando software y recursos manuales) y alternativas manuales (realizado por investigadores sin la asistencia de procesos automatizados) (Aman & Szpakowicz, 2007; Siegert et al., 2014; Devillers et al., 2005). Si bien presentan un mayor rendimiento, los sistemas automatizados y semiautomatizados conllevan algunos aspectos negativos, por ejemplo, durante la identificación de

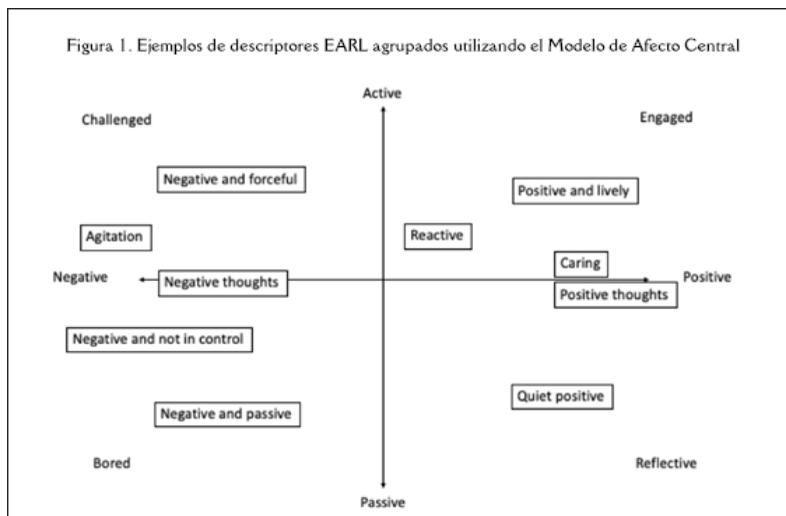
emociones en texto con inconsistencias gramaticales o mensajes con sentidos ambiguos (como ironía o sarcasmo), además de dificultades en reconocer las características culturales de algunas emociones. Para este estudio, empleamos un proceso de registro y clasificación manual, recomendado para conjuntos de datos más pequeños, ya que reduce el potencial de error en la interpretación de emociones y promueve un entendimiento de sus significados considerando contextos específicos y la dinámica comunicacional (Martin et al., 2009).

Tabla 1. Lista de descriptores emocionales adaptada de los protocolos HUMAINE/EARL

Negativo y fuerte	20 - Vergüenza	38 - Felicidad
1 - Enojo	Negativo y pasivo	39 - Alegría
2 - Molestia	21 - Tedio	40 - Placer
3 - Desprecio	22 - Desesperación	Cuidado
4 - Asco	23 - Decepción	41 - Afecto
5 - Irritación	24 - Herido	42 - Empatía
6 - Impaciencia	25 - Tristeza	43 - Simpatía
7 - Desaprobación	Agitación	44 - Amor
Negativo y sin control	26 - Estrés	Pensamientos positivos
8 - Ansiedad	27 - Conmoción	45 - Autoconfianza
9 - Embarazoso	28 - Tensión	46 - Coraje
10 - Miedo	Silencioso positivo	47 - Esperanza
11 - Desamparo	29 - Calma	48 - Humanidad
12 - Impotencia	30 - Contentamiento	49 - Satisfacción
13 - Preocupación	31 - Relajación	50 - Orgullo
Pensamientos negativos	32 - Alivio	51 - Confianza
14 - Duda	33 - Serenidad	Reactivo
15 - Perplejidad	Positivo y animado	52 - Interés
16 - Envidia	34 - Diversión	53 - Curiosidad
17 - Frustración	35 - Encantamiento	54 - Cortesía
18 - Culpa	36 - Euforia	55 - Sorpresa
19 - Defensividad	37 - Excitación	56 - Entusiasmo

Nota. Rowe et al. (2023) adaptado de HUMAINE y EARL.

Para establecer una estructura confiable para la categorización de las emociones observadas, utilizamos como base el marco del Lenguaje de Anotación y Representación de Emociones (Emotion Annotation and Representation Language, EARL), una lista de 48 emociones elaborada por la Red de Interacción Hombre-Máquina en la Emoción (Human-Machine Interaction Network on Emotion, HUMAINE) descrito en Schröder et al. (2006) y Douglas-Cowie et al. (2007). En algunos casos, otras expresiones afectivas o emocionales no incluidas en el EARL fueron halladas durante el proceso de clasificación y agregadas a la lista de descriptores. Siguiendo esos pasos, elaboramos una lista con un total de 56 emociones (Tabla 1).



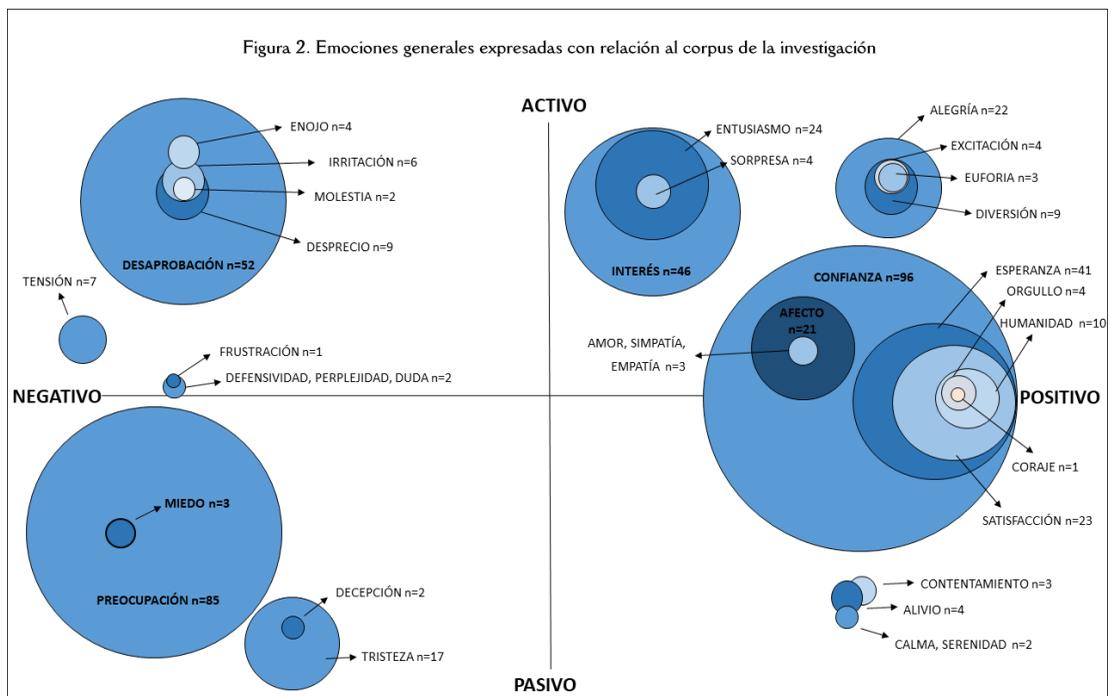
Nota. Adaptado de Rowe et al. (2023). Traducción propia: «Challenged» (desafiado); «Engaged» (comprometido); «Bored» (aburrido); «Reflective» (reflexivo); «Active» (activo); «Passive» (pasivo); «Negative and forceful» (negativo y contundente); «Agitation» (agitación); «Positive and lively» (positivo y animado); «Reactive» (reactivo); «Caring» (cariñoso); «Negative thoughts» (pensamientos negativos); «Positive thoughts» (pensamientos positivos); «Negative and not in control» (negativo y sin control); «Negative and passive» (negativo y pasivo); «Quiet positive» (bastante positivo).

Los descriptores emocionales luego fueron agrupados en categorías mayores adaptadas del Modelo de Afecto Central (Core Affect Model) de Russell (2003), conforme en Rowe et al. (2023). Este modelo clasifica emociones a partir de la excitación y valencia, dos dimensiones bipolares e independientes.

El análisis de valencia incluye sensaciones experimentadas como positivas (agradables) o negativas (desagradables), mientras que la excitación se refiere al nivel de activación emocional, variando de excitado (activo) a calmado (pasivo) (Russell, 2003; 2009). Después de la categorización, observamos que las emociones estaban frecuentemente dirigidas hacia aspectos apenas tangencialmente relacionados a la vacuna o a la vacunación, como decisiones relevantes tomadas (o no tomadas) por funcionarios públicos. Por consiguiente, identificamos y realizamos una lista de los objetos de cada emoción expresada para entender cuáles eran los asuntos más asociados con el tema más amplio de las vacunas.

3. Análisis y resultados

En el conjunto de datos de este estudio fueron identificadas 35 emociones distintas, demostrando el amplio espectro de emociones con diferentes disparadores, perspectivas y expresiones que las vacunas y la vacunación evocaron. Al agrupar estas emociones a partir del Modelo de Afecto Central (Russell, 2003, 2009), registramos 142 ocurrencias de emociones de excitación alta y valencia positiva. Descriptores de excitación alta y valencia negativa fueron asignados 87 veces. Entre los descriptores pasivos, 107 fueron de valencia negativa y 187 de valencia positiva. La emoción más frecuentemente identificada fue confianza (18,4%), seguida por preocupación (16,3%), desaprobación (10%), interés (8,8%), esperanza (7,9%), entusiasmo (4,6%), satisfacción (4,4%), alegría (4,2%), afecto (4%) y tristeza (3,3%). Otras emociones fueron identificadas en niveles menores de prevalencia.



Nota. Elaborado por los autores. El tamaño de los círculos representa el número total de apariciones de la emoción correspondiente en el conjunto de datos.

Entre las emociones de valencia positiva identificadas en las publicaciones, la confianza ($n=96$) estaba asociada con los mensajes en los cuales la vacuna y el proceso de vacunación eran bien recibidos, demostrando como característica principal una asociación con información relacionada a la seguridad y eficacia de las vacunas. Interés ($n=46$), esperanza ($n=41$), entusiasmo ($n=24$), satisfacción ($n=23$), alegría ($n=22$) y afecto ($n=21$) también eran expresadas con relación a la vacuna vista como un paso importante hacia el fin de la pandemia.

Entre las emociones de valencia negativa, las más prevalentes fueron preocupación (n=85), desaprobación (n=52) y tristeza (n=17). Cabe destacar que, en general, las publicaciones que contenían estas emociones no se referían a la vacuna en sí misma. Por ejemplo, la preocupación estaba comúnmente dirigida hacia la propagación de la COVID-19 (n=32), nuevas variantes (n=14), retrasos en la compra y administración de las vacunas (n=10) y cantidad insuficiente de vacunas (n=2). La desaprobación, en cambio, estaba dirigida hacia las acciones y discurso de figuras públicas, como el presidente Jair Bolsonaro (n=32), casos de corrupción relacionados al proceso de vacunación (n=8) y las acciones de varios ministros (n=6).

Otras emociones negativas también estaban dirigidas hacia el presidente y/o sus acciones, como irritación (n=6), enojo (n=4), y molestia (n=2). La tristeza fue identificada en publicaciones que citaban muertes (n=14) causadas por la ausencia de vacunas como forma de prevención contra la COVID-19.

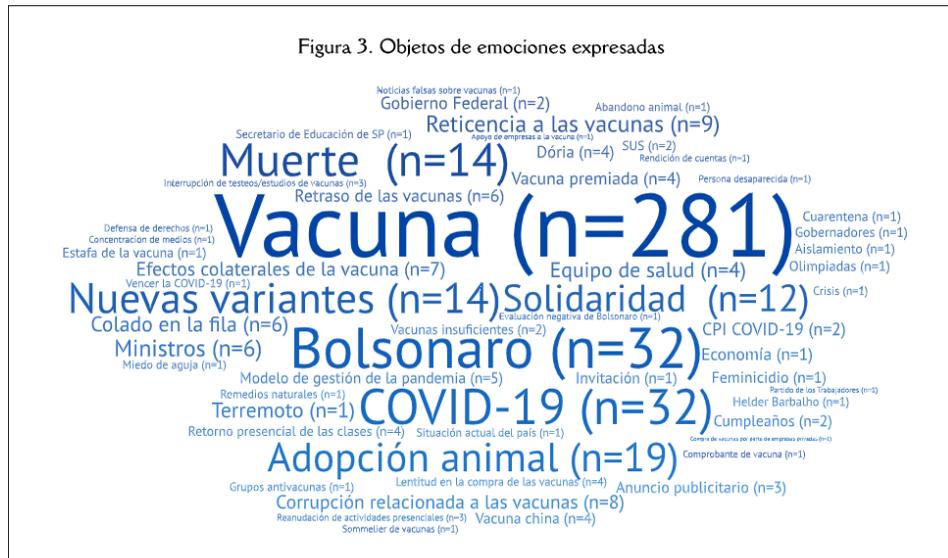
Tabla 2. Publicaciones representativas de emociones prevalentes (destacado en negrita por los autores del artículo)

Confianza	Las vacunas son, sin lugar a dudas , un avance para la medicina y para la humanidad. A través de las vacunas, hay control y prevención de epidemias. La inmunización es fundamental para la calidad de vida, por lo tanto, protéjase siempre. Las vacunas son seguras , ¡inmunícese! ⁵ . ¡Hace tres siglos las vacunas salvan vidas! A lo largo de la historia, los inmunizantes contribuyeron para la erradicación y control de epidemias. Sea un profesional consciente e incentive la vacunación. Por favor huya de las noticias falsas.
Interés	Los conductores demandan vacunas contra la Covid-19 y reajuste de salarios. Vacuna ya , especialmente para los que no pararon de trabajar durante toda la pandemia. #vacunaya #sus ⁶ #usemáscara #pandemia #salud
Esperanza	Hasta el 10 de agosto, fueron vacunadas 6.631 personas con la primera dosis, 2.772 personas con la segunda dosis y 300 personas con dosis única #periodismoarauto #portalarauto #inmunización un aliento y expectativa de días mejores es lo que se espera con la ampliación de la vacunación en Vale do Sol en la semana que marcó el inicio de la vacunación de los jóvenes con 18 años o más, otro momento importante fue celebrado en el municipio: la desaceleración de la pandemia en Vale do Sol. ¡Feliz 2021 a tod@s! ¡ Espero que sea el año de la vacuna , de la aglomeración y de la caída de cierto presidente!!
Preocupación	Los científicos no estarían totalmente confiados de que las vacunas contra la covid-19 funcionarían contra la variante del coronavirus encontrada en Sudáfrica. Matt Hancock, ministro de salud del Reino Unido, dice que la mutación identificada en Sudáfrica es un « problema muy, muy significativo ». ¡Brasil sigue en último lugar! Mientras el mundo avanza en las acciones para exterminar el coronavirus, Brasil ni aparece en el mapa de la vacuna. Estamos últimos , literalmente. Y ese «juego» nosotros no podemos perder. ¡Vidas están en riesgo! #coronavirus #vacuna #Brasil.
Desaprobación	#elpueblo la presentadora está indignada con la situación actual del país, y lamenta que el ex marido y padre de Sasha Meneghel no haya tenido la oportunidad de tomar la vacuna contra la covid-19. Xuxa culpa a las acciones del gobierno de rechazar la compra de las dosis cuando fueron ofrecidas. Mientras los brasileños sufren con la falta de vacunas , con la crisis en la economía que aumenta el número de desempleados y de personas que pasan hambre, Bolsonaro decide decretar para sí mismo feriado de Carnaval .
Irritación	En el peor momento de una pandemia, ¿Qué es lo que un presidente genocida hace? ¡Eso mismo! Crítica la única cosa que puede salvar vidas en un país que no vacunó ni al 2% de la población.
Tristeza	«La vacuna tan soñada que mi amigo no consiguió tomar . Pero lo llevé en mi pecho» dijo el humorista. #noticia106.

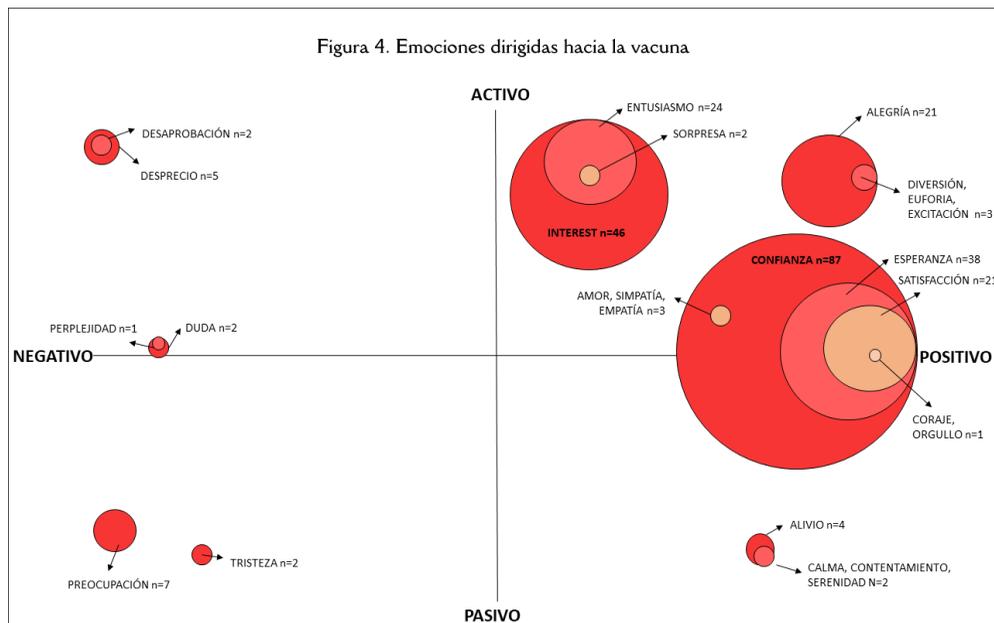
Entre las emociones expresadas e identificadas (Figura 2), 62,1% (n=325) tenían valencia positiva, mientras que 37,9% (n=198) mostraron valencia negativa. Los objetos más frecuentes de esas emociones demuestran el rol de la vacuna como un tema central (n=281, 53,7%).

La vacuna estaba asociada con emociones positivas como confianza, interés y esperanza. Le siguen temas relacionados a Bolsonaro y a la COVID-19 (ambos con n=32 o 6,1% cada uno), el primero asociado a emociones como desaprobación, irritación o enojo, y el segundo a preocupación.

La adopción animal⁷ fue el siguiente objeto de expresión emocional con mayor prevalencia (n=19 o 3,6%), y estaba asociado con el afecto. Aparte de estos temas, las muertes y las nuevas variantes (n=14 o 2,7% cada una) aparecen como objetos asociados con la tristeza y la preocupación, respectivamente. Otros objetos identificados en una cantidad menor de publicaciones están expresados en la Figura 3.



En el caso de las emociones dirigidas hacia la vacuna, fueron positivas en un 93,1% (n=256) de las publicaciones y negativas en un 6,9% (n=19). Las emociones más comúnmente expresadas en estos casos, aparte de la confianza (n=87; 30,9%), interés (n=46; 16,3%) y esperanza (n=38; 13,5%), conforme mencionado previamente, fueron alegría (n=21; 7,4%) y entusiasmo (n=21; 7,4%).



En los cuadrantes negativos pueden observarse preocupación (n=7; 2,5%), desprecio (n=5; 1,8%) y desaprobación (n=2; 0,7%), seguidas por duda (n=2; 0,7%), tristeza (n=2; 0,7%) y perplejidad (n=1; 0,4%). Estas emociones corresponden a una proporción menor de los resultados respecto a las emociones positivas.

4. Discusión y conclusiones

Las redes sociales emergen como importantes espacios de expresión de ideas, posicionamientos y actitudes por parte de diferentes grupos en los más diversos temas (Santos & Cypriano, 2014). También son vistas como canales a través de los cuales transita una gran variedad de emociones (Serrano-Puche, 2016; Papacharissi, 2014). Nuestro análisis de las publicaciones de Facebook discutiendo la vacuna durante 2020 y 2021, así como sus emociones asociadas, reveló que la confianza es la emoción prevalente. Si bien la preocupación es la segunda emoción observada con mayor frecuencia por una pequeña diferencia de porcentaje, seguida, en tercer lugar, por la desaprobación, la confianza estaba dirigida específicamente hacia la vacuna y la vacunación, mientras que las emociones negativas se dirigían hacia situaciones del contexto del país, incluyendo dificultades en acceder a la vacuna.

Este resultado indica una amplia aceptación de la vacuna entre usuarios de Facebook en Brasil, considerando la muestra del estudio, y corrobora estudios sobre las percepciones de las vacunas realizados antes de la pandemia (Gallup, 2019). Elementos como la seguridad, eficacia y efectos positivos de las vacunas han sido señalados como factores que pueden haber contribuido a la producción de confianza en las comunicaciones publicadas, ya que refuerzan el sesgo positivo en torno a las vacunas. Estos puntos sostienen un entendimiento de la vacuna como una estrategia para superar la pandemia, así como una forma de evitar la propagación de la enfermedad y muertes innecesarias, teniendo en vista la recurrencia de la confianza en publicaciones que consideraban a la vacuna como positiva y, simultáneamente, se distanciaban de posibles dudas (Figura 2). Mensajes orientados a la vacuna con un sesgo positivo tienden a engendrar discusiones y percepciones públicas positivas sobre la vacuna (Kwok et al., 2021), mientras que mensajes que cuestionan su eficacia pueden contribuir con posicionamientos antivacunas (Greyling & Rossouw, 2022).

Hu et al. (2021) también identificaron la confianza como emoción predominante en su estudio sobre publicaciones de Twitter realizado antes y después la aprobación de las vacunas en los Estados Unidos de América. Según los autores, la confianza y otras emociones positivas ganaron visibilidad durante el inicio de la vacunación, superando emociones negativas como tristeza, enojo y disgusto. Esta misma dinámica fue observada por Rahmanti et al. (2022) al identificar que emociones positivas como la confianza superaban las negativas durante el inicio de la vacunación en Indonesia, lo cual es entendido por los autores como una consecuencia de estrategias de comunicación pública efectivas llevadas adelante por el gobierno respecto a la seguridad de las vacunas. De modo similar, la confianza fue la emoción más frecuentemente observada en un estudio realizado sobre las discusiones de la vacuna en redes sociales en Australia (Kwok et al., 2021). Estos resultados pueden ser utilizados como referencias para entender los debates sobre las vacunas, así como también las respuestas públicas a estas últimas en redes sociales.

En este estudio, el sesgo positivo, articulado a través de emociones como esperanza, alegría, interés, satisfacción y entusiasmo, fue el posicionamiento más frecuentemente observado (62,1%) para publicaciones que abordan las vacunas y los procesos de vacunación. Reiteramos que la mayoría de las emociones de valencia negativa identificadas (37,9%) no estaban dirigidas principalmente hacia la vacuna. Por ejemplo, la preocupación estaba dirigida principalmente hacia la propagación de la COVID-19, disputas respecto a la aprobación de la vacuna, compras de vacunas e implementación de los procesos de vacunación, y la emergencia de nuevas variantes.

Este último asunto, en particular, era visto como un riesgo a los esfuerzos de controlar la pandemia y una amenaza para el proceso de vacunación. Emociones negativas asociadas con este tema también fueron identificadas en otros estudios (Greyling & Rossouw, 2022; Mahyoob et al., 2022). Preguntas respecto a eventuales efectos colaterales, en cambio, fue uno de los únicos temas directamente relacionados a la vacuna identificado entre las instancias de preocupación, a pesar de representar una proporción menor del conjunto de datos (sólo 1,3% del total).

La desaprobación tampoco estaba comúnmente dirigida directamente hacia la vacuna y sí hacia el discurso y acciones de figuras públicas, como el presidente Jair Bolsonaro, quien se posicionó reiteradamente contra las vacunas⁹. Acontecimientos como ese, en el cual los agentes públicos se posicionaban en oposición al desarrollo y administración de recursos de salud pública como las vacunas, tienen el potencial de impactar en la discusión sobre estas últimas, así como en las emociones evocadas por

el público en su evaluación y decisiones basadas en tal información (Hu et al., 2021). Otras emociones que fueron expresadas e identificadas en este estudio también fueron dirigidas hacia el presidente brasileño, sus ministros, y sus acciones, específicamente enojo, irritación y molestia. Esto demuestra que, mientras que en la mayoría de las publicaciones la vacuna era descrita positivamente, el presidente, su equipo y sus acciones eran vistos como obstáculos para el éxito del proceso de vacunación en Brasil.

Los resultados indican que la vacuna evocaba un amplio espectro de emociones con diferentes valencias y niveles de excitación, demostrando cuán sensible y recurrente era el tema en el debate público. Entre las emociones identificadas, aquellas de valencia positiva, como confianza, interés y esperanza, ocurrían más frecuentemente, especialmente cuando estaban dirigidas directamente hacia la vacuna. Las emociones de valencia negativa, como la preocupación y desaprobación, estaban enfocadas en temas y asuntos del contexto, como la propagación de la COVID-19, dificultad en acceder a la vacuna, nuevas variantes, y el propio presidente Bolsonaro.

Si bien en términos numéricos son menores, estas emociones negativas deben ser interpretadas como desafiantes frente al reconocimiento de la vacuna como una estrategia efectiva para combatir la pandemia, especialmente en un escenario en el que figuras públicas proponen posicionamientos antivacunas (Duarte, 2020). En ese sentido, la identificación de distintos temas en el discurso sobre la vacuna contra la COVID-19 y el proceso de vacunación, así como también las emociones evocadas en estas instancias, se muestra como una herramienta importante para el desarrollo de tácticas y estrategias con el objetivo de reforzar la confianza pública en vacunas e incrementar las tasas de vacunación.

Los resultados obtenidos en este estudio respecto a la identificación de emociones relacionadas a la vacuna expanden los hallazgos de estudios previos realizados en otros contextos y redes sociales (Monselise et al., 2021; Greyling & Rossouw, 2022; Hu et al., 2021; Penteado et al., 2021), contribuyendo a las reflexiones sobre el tema, especialmente en el contexto brasileño. No obstante, es importante resaltar que los resultados de este estudio se refieren a un conjunto específico de datos que posee tanto limitaciones como potencialidades. Sus limitaciones incluyen el hecho de que el conjunto de datos es representativo de una red social específica, además de no abordar el conjunto completo de datos sobre vacunas o grupos que no tienen acceso a internet. Sus potencialidades incluyen la posibilidad de arrojar luz sobre un asunto que, hasta el momento, ha sido poco explorado en Brasil, contribuyendo a las interpretaciones sobre las percepciones de un subconjunto del público brasileño en Facebook respecto a la vacuna contra la COVID-19, identificando emociones evocadas, sus valencias y principales objetos.

Delante de estos aspectos, y considerando el recorte aplicado, así como la diversidad de publicaciones y plataformas existentes, es evidente que son necesarias más investigaciones a partir de otros períodos de tiempo, tipos de publicaciones y redes sociales para elucidar las dinámicas relevantes involucradas, identificar similitudes y diferencias entre ellas, y, en suma, entender las percepciones y emociones de diferentes grupos respecto a la vacuna contra la COVID-19 y los procesos de vacunación en Brasil.

Notas

¹ La OMS emite su primera validación para el uso emergencial de una vacuna contra la COVID-19 y enfatiza la necesidad de un acceso global equitativo (<https://bit.ly/3Sp3iLS>).

² Anvisa aprueba el uso emergencial de las primeras vacunas contra el coronavirus en Brasil (<https://bit.ly/3EjToap>).

³ Datos del Departamento de Informática del Sistema Único de Salud de Brasil (DataSus), una Agencia de la Secretaría de Gestión Estratégica y Participativa del Ministerio de Salud (<https://bit.ly/3BFuJu7>).

⁴ Los servicios de salud esenciales se enfrentan a interrupciones constantes durante la pandemia de la COVID-19 (<https://bit.ly/3LBW9FM>).

⁵ Si bien se trata de contenido compartido públicamente, por una consideración ética hemos optado por no identificar a sus autores.

⁶ Nota del traductor: SUS es un acrónimo para el «Sistema Único de Salud», el sistema de salud pública de Brasil.

⁷ Como los términos de búsqueda no definían a la vacuna exclusivamente como un recurso de salud humana, algunas publicaciones seleccionadas en el conjunto de datos del estudio trataban sobre el tema de la vacunación y adopción animal. En estos casos, las vacunas eran vistas como una señal de responsabilidad, cuidado y cariño hacia los animales.

⁸ Nota del traductor: João Dória (n=4) era el gobernador de San Pablo al momento de las publicaciones. La Comisión Parlamentaria de Inquérito de la COVID-19 (CPI, n=2), a su vez, fue convocada por el Senado Federal de Brasil del 27 de abril al 26 de octubre de 2021 con el objetivo de investigar supuestas omisiones e irregularidades en las actividades del gobierno federal de Jair Bolsonaro durante la pandemia de la COVID-19 en Brasil.

⁹ <http://glo.bo/3C2iN79>.

Contribución de Autores

Idea, L.M.; Revisión de literatura (estado del arte), G.F.O., L.M., G.S., T.O.; Metodología, L.M., G.S.; Análisis de datos, G.F.O., L.M., T.O., G.S., M.A.S.J.; Resultados, G.F.O.; Discusión y conclusiones, G.F.O., L.M., T.O., G.S., M.A.S.J.; Redacción (borrador original), G.F.O., L.M.; Revisiones finales, G.F.O., L.M., T.O., G.S., M.A.S.J.; Diseño y patrocinio del proyecto, L.M.

Apoyos

Este artículo fue realizado en el ámbito del Instituto Nacional de Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología de Brasil, con el apoyo de la Fundación Carlos Chagas Filho de Apoyo a la Investigación en el Estado de Río de Janeiro (Faperj) y el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq). Específicamente, contó con el apoyo de los programas de financiamiento CNPq-PROEP-COC, PPSUS y ARC. Fernandes de Oliveira y Scalfi agradecen al CNPq por la beca DTI-A; Massarani y Oliveira, respectivamente, agradecen las becas de Productividad en Investigación 1B y 2. Massarani y Oliveira agradecen a Faperj por los premios Científico de nuestro Estado y Joven Científico de nuestro Estado.

Referencias

- Ahmed, S. (2014). *The cultural politics of emotion*. Edinburgh University Press. <https://doi.org/10.4324/9780203700372>
- Aman, S., & Szpakowicz, S. (2007). Identifying expressions of emotion in text. In *Text, speech and dialogue. Lecture notes in computer Science* (pp. 196-205). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74628-7_27
- Avaaz & Sociedade Brasileira de Imunizações (Ed.) (2019). *As fake news estão nos deixando doentes?*
- Benevenuto, F., Ribeiro, F., & Araújo, M. (2015). Métodos para análise de sentimentos em mídias sociais. In *Short course in the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (Webmedia)* (pp. 1-30). <https://bit.ly/3eiD3bF>
- Berger, J., & Milkman, K.L. (2012). What makes online content viral. *Journal of Marketing Research*, 49(2), 192-205. <https://doi.org/10.1509/jmr.10.0353>
- Bok, K., Sitar, S., Graham, B.S., & Mascola, J.R. (2021). Accelerated COVID-19 vaccine development: Milestones, lessons, and prospects. *Immunity*, 54(8), 1636-1651. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2021.07.017>
- Calhoun, C. (2008). Putting emotions in their place. In *Social movements: A read* (pp. 289-301). Routledge student readers. <https://bit.ly/3lFXhQp>
- Chou, W.S., & Budenz, A. (2020). Considering emotion in COVID-19 vaccine communication: Addressing vaccine hesitancy and fostering vaccine confidence. *Health Commun*, 35(14), 1718-1722. <https://doi.org/10.1080/10410236.2020.1838096>
- Clarke, S., Hoggett, P., & Thompson, S. (2006). *Emotion, politics and society*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9780230627895>
- Costa, T., & Silva, E.A. (2022). Narrativas antivacinas e a crise de confiança em algumas instituições. *Revista Eletrônica de Comunicação*, 16(2), 281-297. <https://doi.org/10.29397/reciis.v16i2.3229>
- Devillers, L., Vidrascu, L., & Lamel, L. (2005). Challenges in real-life emotion annotation and machine learning based detection. *Neural Netw*, 8(4), 407-429. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2005.03.007>
- Douglas-Cowie, E., Cowie, R., Sneddon, I., Cox, C., Lowry, O., Mcrorie, M., Martin, J., Devillers, L., Abrilian, S., Batliner, A., Amir, N., & Karpouzis, K. (2007). The HUMAINE database: Addressing the collection and annotation of naturalistic and induced emotional data. In *Affective computing and intelligent interaction* (pp. 488-500). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74889-2_43
- Duarte, T.B. (2020). Ignoring scientific advice during the Covid-19 pandemic: Bolsonaro's actions and discourse. *Tapuya: Latin American Science*, 3(1), 288-291. <https://doi.org/10.1080/25729861.2020.1767492>
- Dubé, E., Vivion, M., & Macdonald, N.E. (2015). Vaccine hesitancy, vaccine refusal and the anti-vaccine movement: Influence, impact and implications. *Expert Rev Vaccines*, 14(1), 99-117. <https://doi.org/10.1586/14760584.2015.964212>
- Gallup (Ed.) (2018). *Wellcome Global Monitor 2018*. <https://bit.ly/3SvLmR3>
- Gonçalves, G., Rocha, A., & Paes, A. (2022). Analisando as emoções dos tweets relacionados à Covid-19 no Rio de Janeiro. In *2022: Anais do VI Workshop de Computação Urbana* (pp. 210-223). <https://doi.org/10.5753/courb.2022.223557>
- Gonçalves, P., Araújo, M., Benevenuto, F., & Cha, M. (2013). Comparing and combining sentiment analysis methods. In *COSN'13: Proceedings of the first ACM conference on online social networks* (pp. 27-38). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2512938.2512951>
- Greyling, T., & Rossouw, S. (2022). Positive attitudes towards COVID-19 vaccines: A cross-country analysis. *PLoS ONE*, 17(3), 1-25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264994>
- Hu, T., Wang, S., Luo, W., Zhang, M., Huang, X., Yan, Y., Liu, R., Ly, K., Kacker, V., She, B., & Li, Z. (2021). Revealing public opinion towards COVID-19 vaccines with Twitter Data in the United States: A spatiotemporal perspective. *J Med Internet Res*, 23(9), 1-17. <https://doi.org/10.1101/2021.06.02.21258233>
- Kennedy, J. (2020). Vaccine hesitancy: A growing concern. *Pediatric Drugs*, 22(2), 105-111. <https://doi.org/10.1007/s40272-020-00385-4>
- Kwok, S.W.H., Vadde, S.K., & Wang, G. (2021). Tweet topics and sentiments relating to COVID-19 vaccination among Australian Twitter users: Machine learning analysis. *J Med Internet Res*, 23(5), 1-16. <https://doi.org/10.2196/26953>
- Mahyoob, M., Algaraady, J., Alrahiali, M., & Alblwi, A. (2022). Sentiment analysis of public tweets towards the emergence of SARS-CoV-2 Omicron variant: A social media analytics framework. *Technology & Applied Science Research*, 12(3), 8525-8531. <https://doi.org/10.48084/etasr.4865>
- Martin, J.C., Caridakis, G., Devillers, L., Karpouzis, K., & Abrilian, S. (2009). Manual annotation and automatic image processing of multimodal emotional behaviors: Validating the annotation of TV interviews. *Pers Ubiquit Comput*, 13, 69-76. <https://doi.org/10.1007/s00779-007-0167-y>

- Massarani, L., Leal, T., Waltz, I., & Medeiros, A. (2021). Infodemia, desinformação e vacinas: a circulação de conteúdos em redes sociais antes e depois da COVID-19. *Liinc Em Revista*, 17, 1-23. <https://doi.org/10.18617/liinc.v17i1.5689>
- Milani, L.R.N., & Busato, I.M.S. (2021). Causas e consequências da redução da cobertura vacinal no Brasil. *Revista de Saúde Pública do Paraná*, 4(2), 157-171. <https://doi.org/10.32811/25954482-2021v4n2p157>
- Monselise, M., Chang, C.H., Ferreira, G., Yang, R., & Yang, C.C. (2021). Topics and sentiments of public concerns regarding COVID-19 vaccines: Social media trend analysis. *J Med Internet Res*, 23(10), 1-20. <https://doi.org/10.2196/30765>
- Nobre, R.K.M., & Guerra, L.D.S. (2021). Recusa e hesitação vacinal e os seus efeitos para os sistemas universais de saúde. *Journal of Management & Primary Health Care*, 12(spec), 1-2. <https://doi.org/10.14295/jmphc.v12.1086>
- Obeica, I.C.O., & Martins, D.M.S. (2022). Análise de sentimentos em tweets: Um estudo de caso sobre a opinião das pessoas em relação a vacina em tempos da pandemia do COVID-19. *Caderno de estudos em Engenharia de Software*, 4, 1-21. <https://bit.ly/3DSfzEA>
- Oliveira, T., Quinan, R., & Toth, J.P. (2020). Antivacina, fosfoetanolamina e Mineral Miracle Solution (MMS): mapeamento de fake sciences ligadas à saúde no Facebook. *Revista Eletrônica de Comunicação*, 14(1), 90-111. <https://doi.org/10.29397/reciis.v14i1.1988>
- Orr, D., Baram-Tsabari, A., & Landsman, K. (2016). Social media as a platform for health-related public debates and discussions: The Polio vaccine on Facebook. *Isr J Health Policy Res*, 5(34), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13584-016-0093-4>
- Papacharissi, Z. (2014). *Affective publics: Sentiment, technology and politics*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199999736.001.0001>
- Penteado, C.L., Ferreira, M.A.S., Pereira, M.A., & Chaves, J.M.S. (2021). #Vacinar ou não, eis a questão! As emoções na disputa discursiva sobre a aprovação das vacinas contra a Covid-19 no Twitter. *Política & Sociedade*, 20, 104-133. <https://doi.org/10.5007/2175-7984.2021.85145>
- Potkay, A. (2007). *The story of joy: from the Bible to late Romanticism*. Cambridge University Press.
- Rahmanii, A.R., Chien, C.H., Nursetyo, A.A., Husnayain, A., Wiratama, B.S., Fuad, A., Yang, H.C., & Li, Y.C.J. (2022). Social media sentiment analysis to monitor the performance of vaccination coverage during the early phase of the national COVID-19 vaccine rollout. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 221. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.106838>
- Rezende, C.B., & Coelho, M.C. (2010). *Antropologia das emoções*. Editora FGV. <https://bit.ly/42nlj1V>
- Rodas, C.M., Barros, S.E.T., Souza, R.A.S., & Vidotti, S.A.B.G. (2022). Análise de sentimentos sobre as vacinas contra Covid-19: Um estudo com algoritmo de machine learning em postagens no twitter. *Rev. Saúde Digital Tec. Educ.*, 7(3), 24-44. <https://bit.ly/3RdNN0T>
- Rowe, S., Massarani, L., Gonçalves, W., & Luz, R. (2023). Emotion in informal learning as mediated action: Cultural, interpersonal and personal lenses. *International Journal of Studies in Education and Science*, 4(1), 73-99. <https://doi.org/10.46328/ijses.50>
- Russell, J.A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1), 145-172. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.110.1.145>
- Russell, J.A. (2009). Emotion, core affect, and psychological construction. *Cognition & Emotion*, 23(7), 1259-1283. <https://doi.org/10.1080/02699930902809375>
- Santos, F.C., & Cypriano, C.P. (2014). Redes sociais, redes de sociabilidade. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 29(85), 63-78. <https://doi.org/10.1590/S0102-69092014000200005>
- Schröder, M., Pirker, H., & Lamolle, M. (2006). First suggestions for an emotion annotation and representation language. In *Proceedings of LREC 2006 Workshop on corpora for research on emotion and affect* (pp. 88-92). <https://bit.ly/3r2fruE>
- Serrano-Puche, J. (2016). Internet and emotions: New trends in an emerging field of research. [Internet y emociones: nuevas tendencias en un campo de investigación emergente]. *Comunicar*, 46, 19-26. <https://doi.org/10.3916/C46-2016-02>
- Siebert, I., Böck, R., & Wendemuth, A. (2014). Inter-rater reliability for emotion annotation in human-computer interaction: Comparison and methodological improvements. *J Multimodal user interfaces*, 8(1), 17-28. <https://doi.org/10.1007/s12193-013-0129-9>
- We Are Social (Ed.) (2022). *Digital 2022 global overview report*. <https://bit.ly/3DQEKaC>
- World Health Organization (Ed.) (2019). *Ten threats to global health in 2019*. <https://bit.ly/3xMP6Vd>



BOLETÍN DE PEDIDO DE PUBLICACIONES

Nombre o Centro
 Domicilio Población
 Código Provincia Teléfono
 Persona de contacto (para centros)
 Fecha Correo electrónico
 CIF (solo para facturación) Firma o sello:

FORMAS DE PAGO Y SISTEMAS DE ENVÍO

España:

- Transferencia bancaria IBAN ES38 0019 0497 6740 1004 9742 (Adjuntar justificante)
 BIC/SWIT Code: DEUTESBBXXX
 Paypal (contactar con info@grupocomunicar.com)

BOLETÍN DE DOMICILIACIÓN BANCARIA PARA SUSCRIPCIONES

Exclusivamente para suscripciones en el territorio estatal (España) para períodos bianuales (cuatro números).

Nombre o Centro
 Banco o Caja
 Calle/Plaza Población Provincia
 IBAN Entidad Oficina DC Cuenta
 Firma del titular y sello (en caso de empresas o instituciones)

Señor Director, le ruego atiendan con cargo a mi cuenta/libreta y hasta nueva orden, los recibos que le presentará el Grupo Comunicar para el pago de la suscripción a la revista «COMUNICAR».





Grupo Comunicar Ediciones

Relación de colecciones, títulos y precios

REVISTA CIENTÍFICA «COMUNICAR»

- | | |
|---|---------|
| <input type="checkbox"/> Suscripción anual institucional 2022 (70, 71, 72 y 73) | 100,00€ |
| <input type="checkbox"/> Suscripción anual personal 2022 (70, 71, 72 y 73) | 90,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 01: Aprender con los medios | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 02: Comunicar en el aula | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 03: Imágenes y sonidos en el aula | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 04: Leer los medios en el aula | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 05: Publicidad, ¿cómo la vemos? | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 06: La televisión en las aulas | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 07: ¿Qué vemos?, ¿qué consumimos? | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 08: La educación en comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 09: Valores y comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 10: Familia, escuela y comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 11: El cine en las aulas | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 12: Estereotipos y comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 13: Comunicación y democracia | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 14: La comunicación humana | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 15: Comunicación y solidaridad | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 16: Comunicación y desarrollo | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 17: Nuevos lenguajes de comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 18: Descubrir los medios | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 19: Comunicación y ciencia | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 20: Orientación y comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 21: Tecnologías y comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 22: Edu-comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 23: Música y comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 24: Comunicación y currículum | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 25: TV de calidad | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 26: Comunicación y salud | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 27: Modas y comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 28: Educación y comunicación en Europa | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 29: La enseñanza del cine | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 30: Audiencias y pantallas en América | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 31: Educar la mirada. Aprender a ver TV | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 32: Políticas de educación en medios | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 33: Cibermedios y medios móviles | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 34: Música y pantallas | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 35: Lenguajes fílmicos en Europa | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 36: La TV y sus nuevas expresiones | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 37: La Universidad Red y en Red | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 38: Alfabetización mediática | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 39: Currículum y formación en medios | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 40: Jóvenes interactivos | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 41: Agujeros negros de la comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 42: Aprendizajes colaborativos virtuales | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 43: Prosumidores mediáticos | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 44: MOOC en educación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 45: Comunicación en mundo que envejece | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 46: Internet del futuro | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 47: Comunicación y cambio social | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 48: Ética y plagio en la comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 49: Educación y comunicación en el mundo | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 50: Tecnologías y segundas lenguas | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 51: E-innovación en la educación superior | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 52: Cerebro Social e inteligencia conectiva | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 53: Ciudadanía crítica y empoderamiento social | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 54: Acceso abierto, tecnologías y educación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 55: La esfera mediática | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 56: Ciberacosos: la amenaza sin rostro | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 57: Arte y compromiso social | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 58: Aprendizaje y medios digitales | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 59: Medios móviles emergentes | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 60: Cómo llegar a ser un genio | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 61: Competencia digital docente | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 62: Ecologías de aprendizaje en la era digital | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 63: Igualdad de género, medios y educación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 64: Niños, adolescentes y medios | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 65: Metodologías mixtas emergentes | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 66: Escuelas públicas para la transformación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 67: La ciberconvivencia como escenario social | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 68: Redes, movimientos sociales y mitos | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 69: Participación ciudadana en la esfera digital | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 70: Nuevos retos del profesorado | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 71: Discursos de odio en comunicación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 72: Sociedad de la desinformación | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 73: Educación para el futuro | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 74: Educación para la ciudadanía digital | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 75: Juventud, identidad de género y poder | 25,00€ |
| <input type="checkbox"/> Comunicar 76: Neurotecnología en el aula | 25,00€ |

- Importe del pedido _____
 Gastos de envío _____
 Importe total _____

Descubre otros productos de Grupo Comunicar en la tienda online.

Comunicar

Próximos números



Comunicar 77 (2023-4):

Nuevos lenguajes y culturas. Enseñanza de lenguas para una comunicación global y digital

Thematic Editors

Dra. Anne Pomerantz, Universidad de Pensilvania (Estados Unidos)
Dr. Alejandro Rodríguez-Martín, Universidad de Oviedo (España)
Dra. Noelia Ibarra-Rius, Universidad de Valencia (España)

Initial call: 01-09-2022

Last call: 28-02-2023



Comunicar 78 (2024-1):

Audiencias empoderadas e hiper(des)conectadas: Actores, contextos, experiencias y prácticas educomunicativas

Thematic Editors

Dr. Xosé Soengas-Pérez, Uni. Santiago de Compostela (España)
Dra. Amanda Paz-Alencar, Uni. Erasmo de Rotterdam (Países Bajos)
Dra. Ana-Isabel Rodríguez-Vázquez, Uni. Santiago de Compostela (España)

Initial call: 01-11-2022

Last call: 30-05-2023



Comunicar 79 (2024-2):

Ecologías del metaverso y el transhumanismo: Perspectivas para la reculturización digital

Thematic Editors

Dr. José-Octavio Islas, Universidad Central de Ecuador (Ecuador)
Dr. Fernando Gutiérrez-Cortés, Tecnológico de Monterrey (México)
Dr. Lance Strate, Universidad de Fordham (Estados Unidos)

Initial call: 01-04-2023

Last call: 30-09-2023

Comunicar



Revista científica trimestral, bilingüe en español e inglés en todos sus artículos, y abstracts en portugués, chino y ruso. Con 30 años de edición y 1950 artículos de investigación publicados. Presencia en 811 bases de datos internacionales, plataformas de evaluación de revistas, directorios selectivos, portales especializados, catálogos hemerográficos... Riguroso y transparente sistema ciego de evaluación de manuscritos auditado en RECYT; Consejo Científico Internacional y red pública de revisores científicos de 1.045 investigadores de 51 países de todo el mundo.

Gestión profesional de manuscritos a través de la Plataforma OJS 3 con compromisos éticos de transparencia y puntualidad, sistemas antiplagio (CrossCheck), métricas alternativas (PlumX, Dimensions)... Alto nivel de visibilización con múltiples sistemas de búsqueda, DOIs, ORCID, pdfs dinámicos, epub y XML, con conexión a gestores documentales como RefWorks, EndNote, Mendeley y redes sociales científicas como academia.edu, ResearchGate.

Especializada en educomunicación: comunicación y educación, TIC, audiencias, nuevos lenguajes...; monográficos especializados en temas de máxima actualidad. Doble formato: impreso y online; digitalmente, accesible a texto completo, de forma gratuita, para toda la comunidad científica e investigadores de todo el mundo. Coediciones impresas en español e inglés para todo el mundo. Editada por Comunicar, asociación profesional no lucrativa, veterana en España (34 años) en educomunicación, que colabora con múltiples centros y Universidades internacionales.

En indexaciones activas en 2022, Comunicar es revista top mundial: 2ª del mundo en SCOPUS y 10ª del mundo en JCR (top 1% y 7% mundial; percentiles 99% y 93% respectivamente). En JCR-JIF es Q1 en Educación y en Comunicación (1ª en español). En SCOPUS es Q1 en Educación, en Comunicación y en Estudios Culturales (1ª en español). En SJR es Q1 en Educación, Comunicación y Estudios Culturales (1ª española en las tres áreas). Es 1ª en FECYT Métricas; 1ª en DIALNET MÉTRICAS. En GOOGLE SCHOLAR METRICS es 3ª revista en español en todas las áreas; 2ª en REDIB (sobre 1.199 revistas).



Edita:



Grupo Comunicar

www.revistacomunicar.com
info@grupocomunicar.com

ISSN: 1134-3478 / e-ISSN: 1988-3293