AIESAD

Ried

Revista Iberoamericana de Educación a Distancia

La Revista Iberoamericana de la Educación Digital

VOL. 24 Nº 1 ENERO, 2021
ISSN: 1138-2783

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia
La Revista Iberoamericana de la Educación Digital
Depósito legal: M- 36.279-1997
ISSN: 1138-2783 / E-ISSN: 1390-3306
1° semestre, enero, 2021

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

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

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

INTERCAMBIOS y SUSCRIPCIONES:
RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia.
UTPL – SAN CAYETANO ALTO, s/n
Loja (Ecuador)
ried@utpl.edu.ec

Consejo Directivo de AIESAD (Asesor en RIED)

- Jaime Alberto Leal Afanador. Rector - UNAD, Colombia.
- Ricardo Mairal Usón. Rector - UNED, España.
- Rodrigo Arias Camacho. Rector - UNED, Costa Rica.
- Santiago Acosta Aide. Rector - UTPL, Ecuador.
- Francisco Cervantes Pérez. Rector - UNIR, México.
- Alejandro Villar. Rector - UNQ, Argentina.
- Carla Padrel de Oliveira. Rectora - UAB, Portugal.
- Ángel Hernández. Rector - UAPA, República Dominicana
- Fray José Gabriel Mesa Angulo O.P. Rector - USTA, Colombia.
- Laura Alba Juez. Vicerrectora - UNED, España.

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

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

Consejo Editorial (Editorial Board)

- Jordi Adell Segura, Universidad Jaime I, España
- Dr. José Ignacio Aguaded Gómez, Universidad de Huelva, España
- Dra. Luisa Aires, Universidade Aberta, Portugal
- Dr. Terry Anderson, Athabasca University, Canadá
- Manuel Area Moreira, Universidad de La Laguna, España
- Dr. Antonio Bartolomé Pina, Universidad de Barcelona, España
- Julio Cabero Almenara, Universidad de Sevilla, España
- Prof. Manuel Castro, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España
- Dr. Francisco Cervantes, UNIR, México
- Dra. María Elena Chan Núñez, Universidad de Guadalajara, México
- Dr. Cristóbal Cobo, Universidad de Oxford, Reino Unido
- Dra. Grainne Conole, e4innovation, Reino Unido
- Dra. Laura Czerniewicz, University of Cape Town, Sudáfrica
- Dr. Carlos Delgado Kloos, Universidad Carlos III de Madrid, España
- Dr. Pierre Dillenbourg, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza
- Dr. Josep M. Duart, Universitat Oberta de Catalunya (UOC), España
- Dr. Rubén Edel Navarro, Universidad Veracruzana, México
- Dr. Francisco José García Peñalvo, Universidad de Salamanca, España
- Dr. Jaime Leal Afanador, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Colombia
- Ricardo Mairal Usón, UNED, España
- Dr. Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla, España
- Dr João Mattar, Pontificia Universidad Católica de São Paulo / Centro Universitário Uninter, Brasil

- Dr. Daniel Mill, Universidade Federal de São Carlos (São Paulo), Brasil
- Dr. António Moreira Teixeira, Universidade Aberta, Portugal
- Dr. Jaime Muñoz Arteaga, Universidad Autónoma de Aguascalientes, México
- Claudio Rama, IESAL/UNESCO, Venezuela
- Dra. María Soledad Ramírez Montoya, Tecnológico de Monterrey, México
- Dr. Timothy Read, UNED, España
- Dra. Rosabel Roig Vila, Universidad de Alicante, España
- Dr Jesús Salinas Ibáñez, Universidad de las Islas Baleares, España
- Dra. Ángeles Sánchez-Elvira Paniagua, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España
- Dr. Albert Sangrá, UOC, España
- Dr. Alan W. Tait, The Open University, Reino Unido
- Dr. Hernán Thomas, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina
- Javier Tourón Figueroa, Universidad Internacional de La Rioja (UNIR), España
- Dr. Martin James Weller, The Open University, Reino Unido
- Dr. Miguel Zapata Ros, Universidad de Alcalá de Henares, España

Editores Asociados (Associated Editors)

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

Secretaría Técnica (Technical Secretariat)

- Ing. José Luis García Boyé, AIESAD, España

Consejo de Redacción (Editing Board)

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

Apoyo Técnico (Technical Assistance)

- Alexis Moreno-Pulido, Responsable de Biblioteca (UNED)
- Sra. Jackeline Alejandro Maza Idania, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador

Soporte OJS y Publicación digital

- Servicio Publicación y Difusión Digital - BIBLIOTECA, UNED

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

BASES DE DATOS Y PLATAFORMAS DE EVALUACIÓN

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

DIRECTORIOS Y BUSCADORES

- DOAJ
- Dulcinea
- Google Scholar
- LATINDEX (Publicaciones Científicas Seriadas de América, España y Portugal)
- Recolecta
- Sherpa/Romeo
- Scirus
- Ulrich's Periodicals (CSA)

PORTALES Y REPOSITORIOS ESPECIALIZADOS

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

CATÁLOGOS DESTACADOS DE BIBLIOTECA

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

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

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

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

AIESAD

Ried

Revista Iberoamericana de Educación a Distancia

VOL. 24 Nº 1

Enero, 2021

Argumentação em ambiente de realidade virtual: uma aproximação com futuros professores de Física
(Argumentation in a virtual reality environment: an approach with future Physics teachers)
Ferreira, F.; Baffa Lourenço, A.; Alves da Cruz, A.; Paza, A.; Botero, E.; Matos Rocha, E. 179

La comunicación en el aula universitaria en el contexto del COVID-19 a partir de la videoconferencia con Google Meet
(Communication at university classrooms in the context of COVID-19 by means of videoconferencing with Google Meet)
Roig-Vila, R.; Urrea-Solano, M.; Merma-Molina, G. 197

Evaluación de un juego serio que contribuye a fortalecer el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de nivel medio superior
(Assessment of a serious game that may contribute to improving logical-mathematical reasoning in high school students)
López Sánchez, A.; González Lara, A. 221

E-Guess: Usability Evaluation for Educational Games
(E-Guess: Evaluación de usabilidad para juegos educativos)
Campos da Silveira, A.; Ximenes Martins, R.; Oliveira Vieira, E. 245

Tecnologías Digitales para la atención de personas con Discapacidad Intelectual
(Digital Technologies to tend people with Intellectual Disability)
Molero-Aranda, T.; Lázaro Cantabrana, J.; Vallverdú-González, M.; Gisbert Cervera, M. 265

Lack of skills, knowledge and competences in Higher Education about Industry 4.0 in the manufacturing sector
(Falta de habilidades, conocimiento y competencias en la Educación Superior sobre la Industria 4.0 en el sector manufacturero)
Romero Gázquez, J.; Bueno Delgado, M.; Ortega Gras, J.; Garrido Lova, J.; Gómez Gómez, M.; Zbiec, M. 285

Empleo de dispositivos BCI en alumnos para la evaluación docente
(Use of BCI devices in students for teacher assessment)
Corona Ferreira, A.; Altamirano Santiago, M.; López Ortega, M. 315

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios
(Distance Education in COVID-19's period: An Analysis from the perspective of university students)
Eva Pérez-López, E.; Vázquez Atochero, A.; Cambero Rivero, S. 331

Influencia de las TIC en el rendimiento escolar de estudiantes vulnerables
(Influence of ICT on the school performance of vulnerable students)
González Vidal, I. 351

Tendencias

I.S.S.N.: 1138-2783

COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento

(COVID-19 and digital distance education: pre-confinement, confinement and post-confinement)

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

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080

Cómo referenciar este artículo:
García Aretio, L. (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 09-32. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080

Resumen

La pandemia COVID-19 ha venido generando cambios y disrupciones en amplios sectores de la actividad humana. La educación ha sido uno de los más afectados debido a la imposición administrativa del cierre total de los centros educativos en gran parte de los países del mundo. La modalidad de educación a distancia, fundamentalmente en soporte digital, vino a ofrecer soluciones de emergencia a dicha crisis. En este trabajo se lleva a cabo una reflexión sobre las percepciones previas al COVID-19 relativas a esta modalidad educativa. Posteriormente se aportan ideas sobre la forma en que se acometió mayoritariamente la respuesta educativa al confinamiento a través de una educación de emergencia en remoto que se alejaba considerablemente de lo apropiado en diseños y desarrollos de una educación a distancia de calidad. Fueron muchos los errores cometidos y, por tanto, demasiadas las percepciones negativas por parte de muchos estudiantes, familias y docentes, bastantes de estos últimos ya reacios previamente a estos formatos más novedosos. Finalmente se aborda en el artículo la problemática más reciente, relativa a los tiempos de posconfinamiento, en los que no se prevé que en los centros presenciales todos los estudiantes puedan acudir a las aulas físicas en el mismo espacio y tiempo. Se ofrecen sugerencias sobre cómo abordar esta problemática a través de soluciones de hibridación, de una enseñanza y aprendizaje mixtos, combinados o, mejor, integrados y flexibles.

Palabras clave: COVID-19; educación a distancia; confinamiento; e-Learning; blended-learning; aprendizaje híbrido; combinado; mixto; flexible.

Abstract

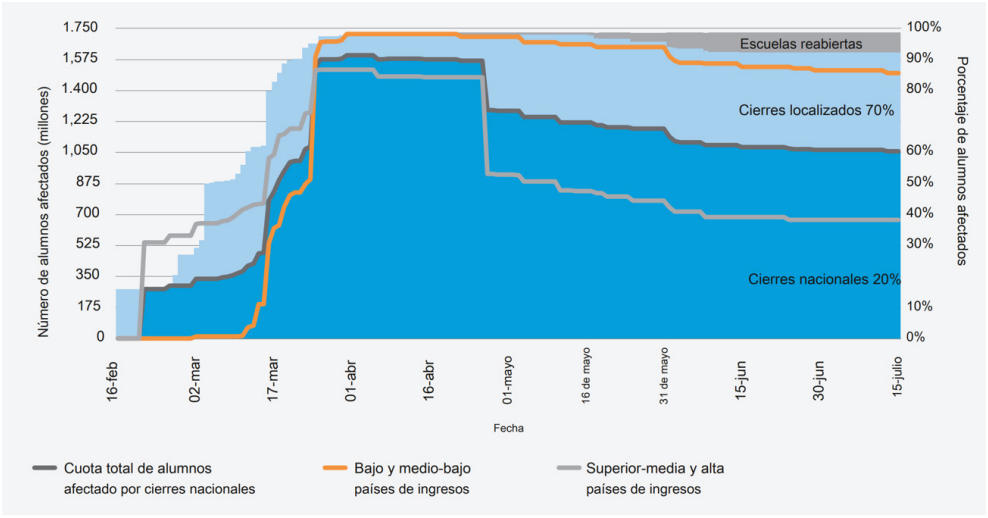
The COVID-19 pandemic has brought changes and disruptions in wide areas of human activity. Education has been one of the most affected due to the administrative imposition of the total closure of educational centres in most of the countries of the world. The modality of distance education, fundamentally in digital support, was able to offer emergency solutions to this crisis. In this paper, a reflection is carried out on the prior perceptions to COVID-19, related to this educational modality. Subsequently, ideas are provided on the way in which the educational response to confinement was mainly undertaken, through remote emergency education that considerably deviated from what was appropriate in designs and developments of quality distance education. Many mistakes were made and, therefore, there were too many negative perceptions from many students, families and teachers, quite a few of the latter, previously reluctant to these latest formats. Finally, the article addresses the most recent problem, related to post-confinement times, in which it is not foreseen that every student can go to physical classrooms in face-to-face centres in the same space and time. Suggestions are offered on how to address this problem, through hybridization solutions, mixed teaching and learning, combined or, better, integrated and flexible.

Keywords: COVID-19; distance education; confinement; e-Learning; blended-learning; hybrid learning; blended; mixed; flexible.

Jamás en la historia se produjo un cierre universal de instalaciones educativas presenciales como el sucedido con motivo de la pandemia provocada por el COVID-19. Según datos actualizados de la UNESCO[1], gobiernos de casi 200 países decretaron el cierre total o parcial de centros educativos. Y esa relación de países no paró de aumentar. Según la organización internacional, cerca de 1600 millones de niños, adolescentes y jóvenes se han visto afectados a nivel mundial por esta circunstancia, 91% del total (figura 1), al igual que más de 60 millones de docentes abocados a un cambio radical y abrupto (IESALC-UNESCO, 2020). De ahí que UNESCO alentó a los diferentes gobiernos, y continúa haciéndolo, al uso de sistemas de educación a distancia, aprovechando las posibilidades que hoy ofrecen las tecnologías digitales. Son muchas, y con opciones muy diferentes, las plataformas y aplicaciones, algunas de ellas gratuitas, que permiten el estudio y la interacción con materiales y docentes.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 09-32.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Figura 1. Alumnos afectados por la pandemia COVID-19



Fuente: https://en.unesco.org/covid19/educationresponse

Según la ONU (UN, 2020a), los cierres de los espacios educativos y de aprendizaje han afectado al 94% de la población estudiantil mundial. Problema más acentuado aún en los países con escasos recursos. Las brechas de acceso se han incrementado con motivo de la pandemia, al reducir posibilidades a masas de estudiantes de poblaciones vulnerables o ya vulneradas. Esta crisis puede llevar a las poblaciones más pobres a una pérdida de aprendizaje irrecuperable, empujar al abandono de muchos estudiantes o a la dificultad para reiniciar las tareas escolares futuras debido, muy previsiblemente, a dificultades económicas generadas por la crisis. En concreto, las proyecciones de la ONU apuntan a que casi 24 millones de estudiantes de todos los niveles educativos podrían abandonar los estudios debido a dificultades económicas producidas por la pandemia.

Pero, sin duda, esta pandemia ha alimentado a espíritus innovadores que han ayudado a la búsqueda de soluciones educativas en época de confinamiento. La pandemia se ha convertido en un catalizador para que las instituciones educativas de todo el mundo busquen soluciones innovadoras en un período de tiempo relativamente corto (World Economic Forum, 2020).

Muchos de esos millones de alumnos, privados de la asistencia a la formación presencial en sus habituales centros de estudios, han mantenido, están manteniendo desde sus hogares un nivel de trabajo que pretende acercarse al anterior a la epidemia, con una gran exigencia en cuanto al esfuerzo y rigor exigidos digna de elogio. Clases emitidas en directo por internet, radio y televisión y, sobre todo, centenares

de aplicaciones y programas informáticos que han ido creciendo en progresión geométrica para atender las necesidades educativas en todos los niveles del sistema.

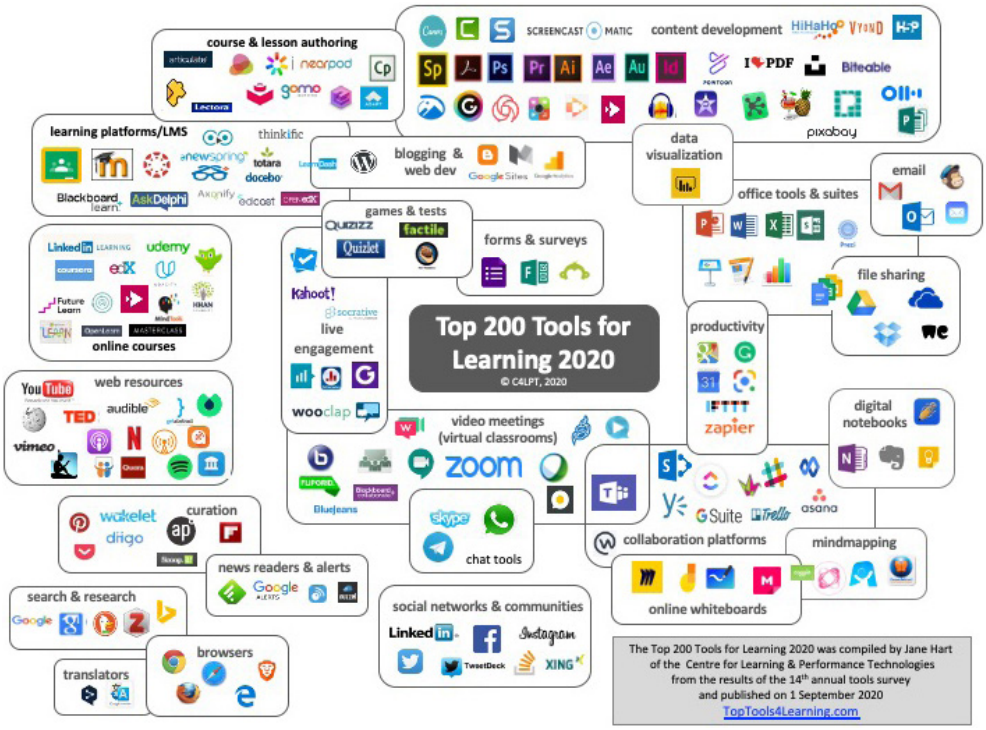
Las operadoras de telecomunicaciones, las empresas y organizaciones privadas reaccionaron adecuadamente, ofreciendo, por una parte, la amplitud de banda necesaria, y por otra, servicios, programas, software, plataformas, etc., para facilitar la docencia en línea ante el momento de crisis sobrevenido sin avisar. Téngase en cuenta que existe una previsión de que el mercado mundial de la educación en línea llegue a una inversión global de 350.000 millones de dólares en 2025 (Research and Markets, 2019).

Paralelo a todo ello, los gobiernos tuvieron que actuar con reflejos facilitando en algunos países programas nacionales de educación a distancia mediante clases básicas que después podían ser complementadas por los docentes, también en línea, desde los diferentes centros o desde sus domicilios. Así, los estudiantes, desde sus hogares, podían seguir sus estudios reduciendo al mínimo las posibles pérdidas curriculares. Las respuestas de los diferentes países, ha sido desigual pero siempre orientada, obviamente, hacia metodologías no presenciales (World Bank, 2020).

Una interesante encuesta, *14th Annual Learning Tools Survey, 2020* (Hart, 2020), llevada a cabo después de decretarse el confinamiento y cierre de centros educativos, y publicada el pasado primero de septiembre, ofrece una interesante visión sobre cómo se está habilitando y apoyando el aprendizaje en estos tiempos en herramientas web (figura 2).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 09-32.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Figura 2. Principales 100 herramientas Web utilizadas en 2020.



Fuente: https://www.toptools4learning.com/analysis-2020/

Sin duda, las universidades, contexto prioritario al que va dirigida esta revista, lo tuvieron y lo tienen más fácil. En primer lugar, porque muchas de ellas ya contaban con plataformas digitales que venían utilizando en algunas fases del desarrollo de su docencia, generalmente presencial. Y, en segundo lugar, porque la edad de los estudiantes hace más viable una enseñanza/aprendizaje de este corte. Lo más fácil en estos casos, para los docentes menos experimentados, ha sido la emisión en directo de una sesión idéntica al tiempo presencial anterior, o la grabación de esa sesión para su posterior recepción por parte de los estudiantes y que, en ambos casos, hacen las veces en remoto de las secuencias presenciales en el aula. Otro profesorado, más preparado en este tipo de estrategias metodológicas, trató de aprovechar las inmensas posibilidades de las plataformas digitales y de las propias redes sociales para desarrollar su tarea *online* de forma más creativa y eficaz.

Cierto que en estos tiempos ha sucedido que, ante el obligado cambio brusco en las formas de enseñar, de aprender y de evaluar, que no podían seguir siendo presenciales, una educación a distancia puesta muy en cuestión en tiempos preCOVID,

tuvo que implementarse de urgencia, de forma masiva y con grandes limitaciones pedagógicas en tiempos de COVID, y se pretende aprovechar en formatos híbridos, combinados o de *blended* en épocas posteriores, posCOVID. Pues bien, en torno a estas tres fases pretende girar este artículo.

PRECONFINAMIENTO Y EDUCACIÓN A DISTANCIA

En torno a un 15% de los estudiantes universitarios españoles venían siguiendo estudios a distancia, sea total o parcialmente. Podría ser un porcentaje medio en los países desarrollados. Son, por tanto, millones de alumnos que estudiaron a distancia porque era su única alternativa o porque optaron por ese sistema frente a la oferta de estudio presencial.

No es ahora el momento de volver sobre la contrastada calidad de los estudios a distancia, una vez que éstos cuentan con diseños pedagógicos rigurosos, y docentes bien capacitados. La literatura es abundante con respecto a los fundamentos, posibilidades, perspectivas, retos y futuro de la educación a distancia digital. Esta revista RIED es buen ejemplo de lo que se señala. Son multitud de estudios recogidos en ella que dan sobrada muestra de esas posibilidades a las que se hace alusión. Y revistas como RIED hay más y trabajos científicos e informes internacionales publicados por organismos, asociaciones, gobiernos y grupos de investigación, son muchos y diversos, que llegan a conclusiones favorables respecto a la calidad de los aprendizajes y retención de la información en los sistemas digitales de enseñanza y aprendizaje.

En este trabajo priorizamos el concepto de "educación a distancia digital" como abarcador de un modelo de educación no presencial, soportado íntegramente en sistemas digitales. Se estaría hablando de una educación virtual, una enseñanza, un aprendizaje en línea, soportado en tecnologías, en la red, en Internet, en la web, *e-learning*, aprendizaje distribuido, etc. Todas estas denominaciones, como emergentes en su momento y sucesoras del original de educación a distancia, tienden a la apertura, a la no dependencia de ubicación física, a la flexibilidad de tiempo, espacio y ritmo de aprender, al aprendizaje activo, a la interacción (síncrona y asíncrona), etc., como elementos sustanciales en cualquier definición de estos conceptos (Singh y Thurman, 2019).

Sin embargo, al aproximarnos a la previsión del diseño de los estudios en época de confinamiento, surgen muchas voces exigiendo la vuelta 100% a la presencialidad por exclusivos motivos, según ellos, de la escasa calidad de la formación de los estudiantes, por falta de credibilidad de los sistemas a distancia o por su consideración de educación de segunda categoría. Esas voces la vienen aceptando sólo como respuesta de solución al confinamiento, pero provisional, indeseada y, a veces, despreciada.

Ha resultado frecuente que quienes atacaron a la educación a distancia en algunos de sus puntos débiles o en algunas de sus prácticas o presentaciones

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 09-32.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

concretas de evidente escasa calidad, generalmente lo hicieron frente a una buena educación presencial, a una concreta y determinada educación presencial, fuerte en esos puntos. Pero no compararon fortalezas evidentes de las buenas prácticas en educación a distancia digital y la contrastaron con debilidades de una determinada presencial, o con prácticas presenciales poco aconsejables, que muestran escasos ejemplos de esas virtudes que se asignan a este formato. Nunca escribieron sobre la despersonalización de esa educación presencial impartida en aulas masificadas frente a las soluciones que podría aportar a esas masas de estudiantes una educación a distancia de calidad, de corte digital.

Algunos afirman que la educación virtual no puede erigirse en el nuevo paradigma educativo. Cierto que no debe intentar sustituir a la enseñanza presencial de calidad, pero sí ofrecer otra alternativa, otro paradigma diferente, con sus propias singularidades y valores. Se dice que Internet transmite datos, pero no valores. Dependerá de los usos y selección que se haga de esos datos para transformarlos en información y, a través de la guía del docente, elevarlos a conocimientos, actitudes y valores. ¿O es que la palabra hueca y monocorde de un mal docente presencial en un aula configura valores educativos superiores que los que pueda generar un excelente vídeo y unas actividades de aprendizaje ligadas a ese recurso?

Se dice que no es viable un aprendizaje sólido que no cuente con la cercanía afectiva entre docentes y alumnos, insisten, el docente debe armar vínculos emocionales que refuercen los meramente cognitivos. En efecto. Que esos vínculos generados en formatos educativos presenciales pueden conformarse como sólidos y rápidos, no se duda. Pero, igualmente, se configuran lazos afectivos, emocionales, a través de la red, aunque hay que saber manejarse en esos entornos para lograrlo. Es seguro que un buen docente a distancia consigue armar esos lazos de afecto antes y por encima de los conformados por un mal docente presencial en su aula.

Dicen quienes atacan estos formatos, que la docencia *online* se limita a un intercambio oral, escrito o con imágenes, no pudiendo disfrutarse del lenguaje no verbal. Quizás sea así en algunas prácticas y, por supuesto, podía serlo en la antigua educación a distancia. Se olvidó que existe la posibilidad de relación síncrona en línea a través de la cual puede mostrarse también ese lenguaje no verbal. Desde este trabajo, se insiste en que no deberíamos comparar al buen docente presencial con el mal docente a distancia, ni al revés.

Parece que se da un valor superlativo a la coincidencia de docente y estudiante en un lugar material y temporal para que pueda producirse un trabajo relacional, colaborativo, colectivo, etc. Probablemente quienes aseguran eso no han trabajado con grupos colaborativos en educación a distancia digital. Además de que puede trabajarse de forma síncrona, y a cualquier hora, puede hacerse en asincronía. Y los resultados parecen incuestionables.

Todo ello sin detenernos en lo que está viniendo, ligado a la inteligencia artificial y realidad virtual. Avance que va a permitir, por ejemplo, que un grupo de alumnos aprendan juntos, trayendo todas las ventajas del aula presencial al entorno virtual,

aunque realmente se encuentren a miles de kilómetros unos de otros. Los docentes pueden entrar o no en esa aula virtual, observar las conductas de sus estudiantes, intervenir para orientar, etc. A estos avances de la realidad virtual podrá unirse en un próximo futuro el reconocimiento facial de los participantes en el grupo. Las expresiones faciales, como las que se observan en entornos presenciales, pueden mostrarnos el grado de interés, su estado de ánimo, en diferentes instancias de su participación en el grupo y así posibilitar reacciones adecuadas por parte de los educadores.

También estas tecnologías podrán reconocer y analizar la voz. Las formas de hablar importan para mejor entender lo que se dice y cómo se dice. Puede resultar de interés para los docentes en sus intervenciones puntuales. Llegarán también las posibilidades de ofrecer datos biométricos mientras se aprende, tales como la frecuencia cardiaca, la temperatura corporal, presión arterial, actividad cerebral, etc. Conocer cómo un estudiante se enfrenta al estrés, los niveles de esfuerzo requeridos ante determinadas tareas, etc. (Lozano, Cooper y Soto, 2020). Todo ello unido al *big data* y a la analítica de aprendizaje (Vol.23-2 de RIED) nos depara un futuro insospechado y no tan lejano.

Dicho lo cual, jamás deberá ignorarse el inmenso valor de la relación presencial en los procesos educativos. Pero no debemos aprovechar esa realidad para infravalorar otras formas de enseñar, de formar, de aprender y de educar, sí, de educar, que ya probaron su calidad cuando se aplicaron diseños pedagógicos apropiados y se dispuso de los recursos necesarios y del personal docente capacitado para ello.

Y, en todo caso, estas reflexiones van dirigidas a los estudios universitarios. Ya damos por supuesto que el sistema no universitario ha de basarse fundamentalmente en la relación presencial, en la socialización, en el contacto directo con la realidad, con el entorno físico. Aunque, también en estos casos, parece que se ha descubierto el mucho valor y aporte que las tecnologías pueden ofrecer para enriquecer y mejorar los propios logros pedagógicos de una buena relación presencial. Y en tiempos de confinamiento, se deben aprovechar las enseñanzas de las buenas prácticas en enseñanza y aprendizaje digitales.

Imaginemos las diferentes situaciones reales que se muestran en la tabla 1, relativas a estos contextos: a) docencia presencial sin uso de tecnologías, b) docencia presencial con tecnologías, c) sistema híbrido o combinado, y d) educación a distancia digital 100%. Por otra parte, imaginemos los tamaños del grupo de estudiantes: a) pocos estudiantes, b) aula normal, c) aula masificada, y d) grandes masas de estudiantes. En la tabla se señalan las previsiones en cuanto a la mayor o menor adecuación del sistema empleado, en función del tamaño del grupo.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 09-32.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Tabla 1. Adecuación del sistema empleado, en función del tamaño del grupo

Modelo / Nº Alum.	Presencial sin TIC	Presencial con TIC	Híbrido Combinado	A Distancia 100%
Pocos alumnos	=	+	=	=
Aula normal	=	+	+	=
Aula masificada	-	=	+	+
Grupo masivo	-	-	-	+

Leyenda: = Aceptable; - Peor; + Mejor

Pero es el eterno afán de enfrentar las buenas prácticas presenciales con las malas prácticas a distancia, prescindiendo de la calidad real de una y otra y, como se muestra en la tabla, ignorando el contexto. ¿Por qué no se intenta hacer al revés? Lo más lógico sería no enfrentar nada sino aprovechar las ventajas de un formato y otro porque algunas acciones educativas concretas, algunas metodologías, recursos, actividades, etc., pueden ser intercambiables y más apropiadas según qué circunstancias, al margen de la forma de entrega de la educación.

La realidad es que tanto las instituciones, docentes y estudiantes de la modalidad a distancia como los de la modalidad presencial, nos encontrábamos en nuestras respectivas zonas de confort, protegidos por nuestros hábitos, rutinas, conductas y patrones de pensamiento pedagógicos aceptados y asumidos en la comunidad. El peligro de esta zona de confort es que sea muy rígida, nos sintamos tan a gusto que quedemos inmóviles, sin arriesgarnos, sin crecer, sin crear, sin apostar por nuevos retos.

CONFINAMIENTO

Y llegó la pandemia, el confinamiento. Y entonces, poco se les sacó de su zona de confort a quienes ya convivían con realidades de educación a distancia digital. Sin embargo, en lo que respecta a quienes se vieron removidos por el *tsunami* del COVID-19, es decir, quienes enseñaban y aprendían en formatos presenciales, la salida de ese espacio confortable y seguro, en muchos casos les hizo perder el norte. En otros, se sobrepusieron y dieron una respuesta muy digna.

Un hecho real que ha supuesto el confinamiento respecto a los sistemas educativos ha sido el de demostrar que los cambios en educación son posibles, incluso cuando se trata de cambios absolutamente radicales. Pero no es el cambio anhelado, éste al que nos hemos enfrentado, un cambio obligado, totalmente disruptivo, que supuso pasar abruptamente de una docencia presencial a otra a distancia, sin tiempo para la adaptación. A pesar de la urgencia, emergencia e improvisación, habrá que valorar e investigar cuáles variables, factores o elementos de esa traumática puesta

en escena son bien aprovechables para épocas de posconfinamiento (UN, 2020a). Lo que sucede es que en esas circunstancias en que se acometió el cambio, podrá afirmarse que estos estudios difícilmente pueden ser representativos de lo que hasta el momento ha venido suponiendo una educación a distancia digital de calidad.

Podrían ser de dudosa credibilidad algunas investigaciones que se vienen realizando o se realizarán respecto a una enseñanza íntegramente en línea y relativas al rendimiento estudiantil en el contexto del COVID-19, a los grados de satisfacción de los usuarios, a los índices de calidad de los procesos, etc. La necesidad de disponer de un día para otro de un curso o una asignatura en línea se contradice con el tiempo real necesario para hacerlo con una calidad mínima (Hodges et al., 2020). Aunque estuvo bien que esos cambios improvisados hayan supuesto una solución temporal a un problema de máxima urgencia.

Soluciones que fueron diferentes según zonas geográficas e instituciones y en función de los recursos existentes y de la preparación de los docentes. Así surgieron experiencias de educación a distancia convencional centrada en el material impreso, el correo y el teléfono; emisiones por radio o televisión y la utilización de sistemas digitales, plataformas virtuales, etc.

Según el citado documento de la ONU (UN, 2020a) en tiempos de confinamiento, en los países desarrollados la educación a distancia digital cubría entre el 80 y el 85% de la población estudiantil, mientras que, en los países de ingresos bajos, la cobertura de sistemas de educación virtual no llegaría al 50%. Según datos de UNESCO (2020), la mitad del número total de estudiantes, unos 826 millones, que se mantuvo fuera del aula por la pandemia COVID-19, no tenía acceso a una computadora en el hogar y el 43% (706 millones) no tenía Internet en casa, en un momento en que el aprendizaje a distancia con base digital se utilizó para garantizar la continuidad educativa en la gran mayoría de países. Por ésta y otras razones, la brecha digital, y otras brechas, posiblemente se han agudizado (Dreesen et al., 2020), de ahí que la ONU apueste por un cambio generalizado en el mundo del trabajo hacia una digitalización más inclusiva y centrada en las personas (UN, 2020b). Quizás suponga este grave problema un aldabonazo a las políticas socioeducativas implementadas por los diferentes gobiernos.

Aunque aumentan los esfuerzos complementarios en este sentido, la apuesta por la conectividad y el acceso universal a Internet debería ser una meta próxima en el tiempo como respuesta de los gobiernos a esta crisis. Se trata del derecho inalienable y universal a la educación que debería conllevar en tiempos digitales, como decimos, el derecho a la conectividad, accesibilidad, y a la mínima dotación de dispositivo tecnológico para hacerla realidad. Sería el caso de sectores de la población que no cuentan con conectividad o con dispositivos adecuados, o suficientes en familias con varios hijos, para la recepción de los contenidos y la interacción con los docentes. La televisión en estos casos puede reducir este problema, y más aún la radio. Estos medios de comunicación están mucho más extendidos, son accesibles a la población y de una eficacia probada para configurar acciones educativas de calidad. En todo

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 09-32.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

caso, el reto mundial debe estar en no dejar a nadie atrás, de acuerdo con lo señalado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas.

En lo que respecta a las universidades, más allá de que muchas de ellas contaban en sus planes estratégicos con previsiones de futuro para la enseñanza *online*, la realidad es que muy pocas de ellas estaban realmente preparadas para implementar de urgencia un modelo educativo plenamente digitalizado (u-Multirank, 2020). En las apresuradas lecturas y conocimiento de la realidad y de la puesta en práctica de inaplazables y, en muchos casos, poco deliberados sistemas en línea, especialmente en universidades españolas y de América Latina, y también con la pionera experiencia COVID de las universidades chinas (Bao, 2020), podrían señalarse algunas pistas respecto a los más relevantes inconvenientes encontrados en estas prácticas educativas de emergencia y en remoto, que podrían servir con el fin de considerarlos, en caso de nuevos cierres totales o parciales de instalaciones educativas:

- Dificultad de llegar a los alumnos que no cuentan con conectividad o con dispositivos apropiados.
- Saturación de las redes y escaso ancho de banda, sobre todo en instituciones con grandes masas de estudiantes.
- Situaciones de deserción o desánimos en estudiantes que muestran escasa concentración y persistencia en el aprendizaje en línea, al ofrecerse módulos o unidades de alta densidad, muy extensos y de mucha duración, o actividades de aprendizaje escasamente motivadoras.
- Escasez de sistemas de apoyo y tutoría al estudiante que supongan motivación para la participación, la permanencia, soporte para la resolución de problemas académicos y psicológicos (Lozano-Díaz et al., 2020; Odriozola et al., 2020).
- Problemas al pasar de la imagen presencial del docente, de sus gestos y su voz, en directo, a una situación a distancia, en la que a veces todo se quedó en el frío texto.
- Cautelas, resistencias e, incluso, aversión de ciertos grupos docentes al uso de tecnologías.
- Falta de apoyos técnicos al profesorado presencial poco habituado a manejar estas tecnologías interactivas.
- No se combinaron adecuadamente las instancias de sesiones síncronas o asíncronas de presentaciones y orientaciones del docente, con el trabajo individual o de grupo de los estudiantes, síncrono o asíncrono.
- Se echó en falta un modelo más consolidado de evaluación formativa y continua, que hubiese reducido las grandes dificultades de una masiva evaluación final en línea, sobre todo en instituciones con grandes números de estudiantes.
- No se pudieron depurar los diferentes modelos de evaluación en línea que respondiesen a criterios de identificación fiable, calidad, igualdad, equidad, respeto a la privacidad, protección de datos, solidez de las infraestructuras tecnológicas, etc.

Tras la cantidad de argumentos vertidos antes del confinamiento contra los sistemas universitarios no presenciales, que han venido siendo rebatidos una y otra vez a través de rigurosos estudios científicos, ahora, tras la pandemia, los que andan ansiosos de recuperar la presencialidad perdida aducen otros argumentos sobre lo negativo de hurtar al estudiante de su presencia en el campus físico.

Estamos seguros de que, en efecto, la experiencia de muchos docentes que se vieron obligados a digitalizar su acción educadora con motivo de la pandemia no ha sido positiva. Demasiado hicieron, de un día para otro, con convertirse de docentes presenciales a docentes en línea. Pero esa encomiable tarea obligada que hicieron nunca fue una enseñanza a distancia tal y como la venimos entendiendo desde hace algunas décadas. Se trató de una solución urgente, de ruptura, abrupta, de crisis, de emergencia, precipitada, sin diseño o, mejor, aplicando una pedagogía en línea o en remoto, basada en un diseño pedagógico para la presencia. En muchos casos, se trató de volcar lo que se venía haciendo en el aula presencial, fue una *enseñanza de emergencia en remoto* (Hodges et al., 2020) o, mejor, *educación de emergencia en remoto*, así quedarían incluidos conceptos como enseñanza, instrucción, aprendizaje. Nada tuvo que ver esto con lo que hubiese sido una educación a distancia digital bien diseñada e implementada (Hodges et al., 2020). Además de que no se tuvo en cuenta el factor de fatiga referida a la réplica síncrona, a través de la pantalla, de una clase presencial, "*fatiga Zoom*" (Wiederhold, 2020).

Naturalmente habrá quienes sacarán conclusiones de esta situación referidas a las debilidades de la educación a distancia, sin detenerse a pensar:

- que no hubo planificación,
- que existieron problemas de conectividad y de equipamiento para muchos afectados,
- que no se contó con plan alguno de capacitación docente,
- ni de preparación de los estudiantes respecto a la autodisciplina y autorregulación de su trabajo, más necesarios en estos entornos,
- y que la actitud negativa de muchos docentes, podrían desnivelar los datos finales de cualquier valoración.

Aun así, habrá muchos resultados positivos, gracias a la entrega y espíritu innovador de otros docentes.

Si nos trasladamos a las épocas más duras del confinamiento, hubo muchos docentes que abominaron, más que antes, de las pedagogías no presenciales, convenciéndose de que tenían razón cuando negaban posibilidades educativas dignas de consideración a esas modalidades digitales. Naturalmente, se trataba de docentes que a fuerza del mandato de las autoridades sanitarias tuvieron que virar 180º en sus formas de hacer educación. Probablemente se limitaron a replicar su acción pedagógica en formato digital, fuese síncrono o asíncrono. Y, casi seguro, no funcionó.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 09-32.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Pero con seguridad, en sentido frontalmente contrario, hubo docentes que se convirtieron de forma radical, al estilo de como lo hizo cayendo del caballo, San Pablo. Pero este santo parece que contó con el impulso divino que quizás no se prodigue en el tema que nos ocupa. Algunos de estos "conversos" han llegado a ser prolijos en "vender" modelos y metodologías maravillosas, alejadas de la relación presencial entre docente y estudiante. De ignorar, o incluso atacar, a las metodologías a distancia, sin estudio ni reflexión ni asesoramiento previos, escribían, argumentaban y defendían el reciente "hallazgo".

Otros fueron descubriendo una serie de valores, antes ignorados, de las tecnologías aplicadas a la educación. No como para abjurar de la enseñanza presencial que siempre hicieron bien, pero sí para valorar otras posibilidades que podrían enriquecer sus experiencias docentes futuras, a través de algunas propuestas combinadas o de incipiente hibridación metodológica. Posiblemente se pusieron a estudiar, a debatir, a asesorarse, etc.

No faltó aquel profesorado que, aún desenvolviéndose en entornos básicamente presenciales, ya habían experimentado y descubierto las bondades de ciertas tecnologías aplicadas a determinadas acciones educativas, en coherencia con algunos objetivos y competencias establecidos y en función de las exigencias de las actividades de aprendizaje propuestas. Estos tuvieron mínimo problema ante el obligado cambio de contexto.

Naturalmente, ya estaban aquellos que se desenvolvían en contextos en línea, para quienes el confinamiento, a efectos educativos, no tuvo especiales dificultades. Y finalmente, quienes, además de conocer la práctica educativa en estos entornos, se dedicaron desde años a estudiar, investigar, innovar y escribir sobre este fenómeno educativo que, manejado con rigor, vienen aportando soluciones de valor dentro del ámbito educativo.

Por otra parte, la situación del confinamiento se convirtió en una gran oportunidad de mercado, tanto para todos aquellos nuevos "conversos" que, quizás, pretendieron vender sus nuevos postulados teóricos y técnicos de respuesta a la pandemia y, sobre todo, para empresas tecnológicas que ofrecieron sus productos, generalmente plataformas para el aprendizaje digital. Plataformas no siempre respaldadas por la debida verificación técnica, ni por sólidos principios pedagógicos (Hodges et al., 2020).

En todo caso, esta educación remota de emergencia que permitió a muchos estudiantes continuar sus estudios en medio de la pandemia, no es una solución válida a largo plazo. De cara al futuro, las instituciones deben desarrollar planes educativos sostenibles que puedan resistir los desafíos y las incógnitas de este u otros escenarios similares que pudieran acaecer (Johnson, Veletsianos y Seaman, 2020), sea para tiempos de confinamiento total o parcial, continuado o intermitente, de forma que no se generen situaciones tan traumáticas como las vividas en 2020.

POSCONFINAMIENTO

Diferentes administraciones públicas e instituciones educativas han propuesto, vienen planificando, o se verán obligadas a hacerlo, una etapa educativa posconfinamiento, con diferentes escenarios ante las incertidumbres futuras con respecto a la evolución de la pandemia, de ésta o de otras venideras. Porque, incluso si no se levanta el confinamiento en algunos países, como en el peor de los contextos, o si existe una vuelta atrás, a un nuevo confinamiento sea total o parcial, de larga o corta duración, las cosas han de hacerse de otra manera. Y esto, sea en tiempos de COVID-19 o en previsión de otra nueva pandemia.

Al menos en los primeros meses del posconfinamiento necesariamente se producirá un tránsito desde las actividades educativas tradicionales, centradas en el docente y, generalmente, basadas en exposiciones magistrales tanto presenciales (preconfinamiento) como *online* (confinamiento), hacia acciones más centradas en el estudiante, incluidas actividades en grupo, discusiones, actividades de aprendizaje práctico y un uso más limitado de exposiciones por parte de los docentes (Zhu y Liu, 2020). Obviamente, esto requiere un replanteamiento conceptual y filosófico de la naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje y de los roles y conexiones entre el profesorado, los alumnos y los materiales didácticos (Jandrić et al., 2018).

Además de la necesaria flexibilización, reestructuración y adecuación de espacios educativos físicos que preserven la habitabilidad y seguridad sanitaria y que acojan servicios tecnológicos, se hacen precisos nuevos enfoques pedagógicos más abiertos, diversos, combinados y flexibles, para abordar una situación que en el ámbito sanitario aún no fue superada. Estaríamos hablando de experiencias de *blended-learning*, ya antiguas (Procter, 2003), aunque algunos las descubrieron ahora, pero también de escenarios de presencialidad discontinua o variable, según manden las circunstancias sanitarias.

En todo caso, más allá del rediseño de aulas, la adaptación de nuevos espacios multiusos o al aire libre y de la distribución de grupos de alumnos más reducidos, no será posible atender a todos en formato presencial durante las mismas horas y espacios que se utilizaban en tiempos preCOVID. No existen los recursos, ni el personal docente suficiente, ni los espacios necesarios para hacerlo con grupos pequeños. Se pueden arbitrar soluciones provisionales si el empeño sigue siendo todos en presencia durante todo el horario lectivo. Pero hay que tener previstas situaciones de enseñanza-aprendizaje combinados, mixtos, híbridos. E, incluso, prever otro escenario de vuelta al confinamiento por el recrudecimiento de esta o de otra pandemia.

Los sistemas presenciales tendrán la oportunidad de evaluar con rigor y objetividad lo que se ganó y lo que se perdió en los tiempos de confinamiento total, así como las diferencias en la calidad de los aprendizajes adquiridos según zonas geográficas, instituciones, docentes, metodologías, sincronía, asincronía, etc. No se sabe durante cuánto tiempo, pero habrá que convivir con estas nuevas formas

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 09-32.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

de enseñar y aprender. Y es muy probable que la "normalidad pedagógica" en la universidad llegue a establecerse aprovechando lo mucho aprendido durante estos tiempos de crisis sanitaria, relacionado con modelos combinados o híbridos.

La gran ventaja, con respecto a los tiempos de confinamiento, es la de que hemos aprendido y vamos teniendo tiempo para diseñar esos nuevos enfoques pedagógicos de los meses futuros, sin olvidar lo que pasó en los tiempos de cierre físico de los centros, en los que algunos estudiantes en desventaja perdieron aprendizajes que deberán recuperar, por lo que será responsabilidad de las administraciones y, más concretamente de los centros y universidades la de establecer los instrumentos que se consideren eficaces para cubrir esas pérdidas y acercarse a la equidad. Una vez supuesto ese equilibrio académico de todos los estudiantes, han de arbitrarse esos nuevos modelos híbridos a los que venimos aludiendo.

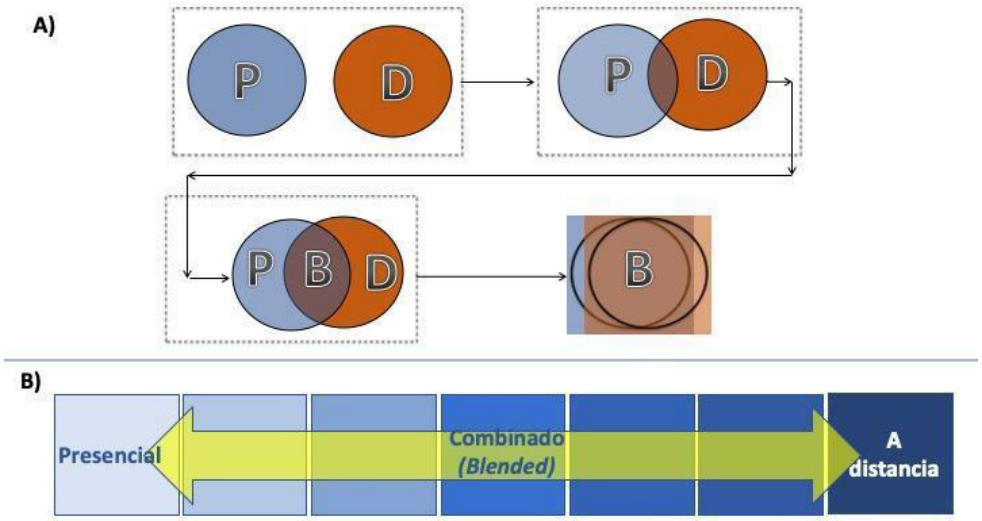
Si ya se realizó la valoración de aquello que se perdió y de cuánto se ganó en tiempos educativos de confinamiento, es el momento. Ya esos docentes llevaban décadas de práctica educativa presencial. Ahora, la emergencia sanitaria les obligó a otras prácticas totalmente inusuales para ellos. Será la oportunidad de detectar las debilidades de la enseñanza presencial que podrían compensarse con determinadas fortalezas de la educación a distancia digital. ¿Cuánto de las más groseras debilidades de la educación a distancia pueden fortalecerse con bondades evidentes de la formación presencial? Sería ocasión de aprender de los aciertos y errores de uno y otro modelo.

Aunque, insistimos, es importante a la hora de esta evaluación, el hacer la salvedad de que la mayoría de los docentes presenciales, diseñaron para la presencia y desarrollaron su práctica docente siempre en presencia, se supone que mejorándola año a año. Y que esos mismos docentes se vieron abruptamente empujados a practicar, sin diseño ni preparación, en una docencia a distancia. No cabe duda de que en las valoraciones que las instituciones estén realizando sobre estas percepciones personales, habrán de aislar esas variables, con el fin de ser objetivos a la hora de decidir hasta dónde desean llegar, hasta dónde profundizar esos nuevos enfoques pedagógicos.

Con esos elementos positivos (fortalezas) y negativos (debilidades) de uno y otro modelo habrá de armarse ese nuevo enfoque, manteniendo ese principio con anterioridad esbozado de que nadie se quede atrás (equidad) por razones de desventaja socioeconómica. Será necesario que las administraciones públicas regulen estos nuevos modelos educativos. En todo caso, ¿qué soluciones de hibridación, combinación e integración podrán implementarse o se están anunciando ya, en función de los resultados de esas evaluaciones referidas? (Stein y Graham, 2020).

Con la perentoria necesidad de reorganizar el sistema educativo tras la pandemia, vienen surgiendo numerosas variantes y propuestas. Pero todas ellas se desenvuelven dentro del ***continuum presencia-distancia (en línea), (onsite-online)***. ¿Qué porcentaje de una y otra? Mirando las dos gráficas de la figura 3, podría concluirse que las soluciones son múltiples y muy diferentes.

Figura 3. Posibilidades educativas dentro del *continuum* presencia-distancia



Podríamos encontrarnos desde situaciones de ***sincronía en remoto,*** propias del confinamiento, hasta las previsiones *posconfinamiento*, de los **sistemas rotatorios**, que garantizan mejor la distancia de seguridad sanitaria y diluyen la masificación, y que parece que en esta época se están imponiendo. Realicemos una aproximación de posibles propuestas para estos tiempos, o para indeseadas futuras emergencias similares. Estas serían algunas posibilidades (a y b, para tiempos de confinamiento y las restantes para tiempos pos-COVID).

a. Sincronía en remoto (100%). En estos tiempos de pandemia y **confinamiento** se vino imponiendo en muchos centros un modelo que convirtió la sincronía presencial en una ***sincronía en remoto.*** Se trataba de replicar, sin más, toda la actividad del docente y estudiantes en el aula, mediante una conexión síncrona, en muchos casos respetando, incluso, la misma distribución y horarios de la época preCOVID.

b. Sincronía y asincronía. (También para tiempos de *confinamiento*). En formato síncrono, por ejemplo, las exposiciones y orientaciones del docente, para realizar el restante tiempo de trabajo también en línea, pero en formato asíncrono. La hibridación o mezcla sería entre lo síncrono y lo asíncrono, más que entre la presencia (que no se produjo) y la distancia.

c. Apuesta por la presencialidad total. (*Posconfinamiento*). En estos casos al primar la seguridad sanitaria se hará preciso, por la necesidad de guardar las preceptivas distancias físicas, multiplicar y adaptar los espacios, así como

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 09-32.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

aumentar sustancialmente el número de docentes. Es opción extendida en bastantes países, generalmente para los niveles inferiores del sistema educativo, pero su viabilidad se antoja algo complicada para ser cumplida 100% durante un tiempo relativamente prolongado, dada la escasez de recursos, sobre todo en determinados países.

d. Por mitades, tercios..., alternos. (*Posconfinamiento*). Si nos referimos a los tiempos presenciales, la mitad de la clase o grupo de alumnos asiste por la mañana y la otra mitad por la tarde. Una mitad sería a distancia y según decisión, con formato síncrono o asíncrono. Esas rotaciones o alternancias pueden darse, en lugar de mañana y tarde, en días alternos de la semana, dividiendo el 5º día por la mitad, o haciendo ese 5º día de la semana en formato virtual para todos. Pueden rotar el 50% de los estudiantes, o un tercio cada vez, o el 25%, etc., según las necesidades y disposición de espacio físico. Las combinaciones son múltiples, rotación por semanas, por quincenas, meses, alternando el cuatrimestre/ semestre, con diferente proporcionalidad presencia/distancia, etc. El formato síncrono podría ser:

- ***síncrono/virtual*** para todos; o
- ***hibridación síncrona o concurrencia/simultaneidad de aulas***, que supondría que mientras la mitad (o tercio) de los estudiantes siguen en presencia (aula presencial) las orientaciones del docente y dinámica del grupo, la otra mitad (o dos tercios) sigue esas mismas orientaciones y participa de esa dinámica, desde sus hogares en conexión síncrona (aula virtual) (Beatty, 2019), o mediante el sistema de "aulas espejo" que se podrían establecer en locales, propios o no, de la misma institución. En ambas situaciones, la conexión sería en directo siguiendo la misma dinámica del grupo que asiste presencialmente;
- ***opcionalidad***. Asisten a más sesiones presenciales aquellos que tienen problemas de *brecha digital* (de conectividad o de acceso con dispositivos), o determinadas dificultades de aprendizaje, problemas de conciliación familiar o, sencillamente, los que quieren asisten, previa comunicación al centro, y los que no, se quedan en casa (*¿auto-blended?*).

e. Aula invertida. (*Posconfinamiento).* Si se opta por el formato asíncrono de esa mitad que trabajaría desde casa, podría tratarse de un modelo de ***aula invertida*** que se repetiría con cada grupo de forma idéntica y alterna, o con todos a la vez.

f. HyFlex. (*Posconfinamiento*). Si incluimos posibilidades máximas de flexibilidad, podríamos hablar de las tipologías ***HyFlex*** (*Hybrid + Flexible)* que sería un modelo combinado o híbrido pero adaptado al máximo a las posibilidades del estudiante. Es decir, el estudiante es más protagonista en la toma de decisiones en cuanto a su proceso de aprendizaje, puede decidir, por

ejemplo, qué actividades en presencia o en línea, síncronas o asíncronas, qué porcentaje de sesiones en una u otra modalidad... (Beatty, 2007; Miller, Risser y Griffiths, 2013).

g. Modelo de lista de reproducción. (*Posconfinamiento*). Muy similar al anterior modelo citado. Se trataría de una especie de rotación individual. Los docentes ofrecen a los estudiantes una secuencia de actividades de aprendizaje relacionadas con una unidad de estudio, que éstos podrán ir acometiendo a su ritmo. Esas actividades deberán ser de lo más variadas posible, individuales o grupales (Tucker, 2020). El docente podrá atender a estudiantes individual o grupalmente, según se precise.

Algunas consideraciones que habrían de tenerse en cuenta en determinados escenarios de los apuntados:

a. *Porcentajes*. Tiempo de presencia/distancia. 75-25%; 50-50%; 25-75%, de cada alumno, de cada profesor.
b. *Proporción docente/estudiantes*. Resulta evidente que en gran parte de estas consideraciones se hacen precisos refuerzos docentes. Deberá establecerse una nueva ratio, muy diferente a la existente en la etapa preCOVID.
c. *Tipo de presencia en línea del docente*. Niveles de presencia activa del docente, en vídeo, audio, foros, chat, etc. Tiempos de dedicación a las diferentes tareas docentes (carga y saturación docente).
d. *Proporción de sincronía/asincronía en los tiempos en línea*. Videollamadas grupales, individuales, presentaciones, debates, etc.
e. *Disponibilidad de conectividad y recursos* por parte de la institución y de los estudiantes de ese centro, arbitrando modelos híbridos flexibles y adaptados a esas necesidades de los grupos más vulnerables.
f. *Hibridación relativa a las prácticas*. Podría desarrollarse un sistema híbrido o combinado que contemple la realización de las prácticas y de otras actividades específicas en formato presencial y el resto a través de los sistemas digitales, dividiendo en grupos más pequeños. O bien, proponer en general, contenidos teóricos *online* y contenidos prácticos en presencia.

Respecto a este último punto habrá de aclararse que las tecnologías están permitiendo hoy inmensas posibilidades para la realización de diversidad de prácticas en entornos simulados y laboratorios remotos, gracias a la inteligencia artificial, la realidad aumentada, realidad virtual, extendida, el *big data*, *machine learning,* etc.

Damos por supuesto que las soluciones propuestas, y otras que pudieran implementarse, tienen muy diferente concreción en el sistema no universitario. Ahí se agudizarán los problemas de las desigualdades socioeconómicas correlativas con la brecha digital y problemas de conciliación familiar o de tipo laboral de los padres con respecto a los niños que se tuvieran que quedar en casa. En la universidad

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

pueden reducirse e incluso anularse estas dificultades. Las ideas vertidas en este trabajo tienen como fundamental objetivo la educación superior.

RECOPILANDO. LA FLEXIBILIDAD

En un monográfico de esta misma revista RIED del año 2018, Vol. 21(1), dedicado al *blended-learning*, en su artículo editorial se defendía el concepto de aprendizaje integrado. Se trataría con este concepto, no de buscar puntos intermedios, ni intersecciones entre los modelos presenciales y a distancia, sino de *integrar, combinar, compensar, armonizar, complementar, enriquecer, conjugar e integrar, los medios, recursos, tecnologías, las comunicaciones, las metodologías, actividades, estrategias y técnicas…, sean presenciales o a distancia, sean síncronas o asíncronas, más apropiados para satisfacer cada necesidad concreta de aprendizaje en cada momento o situación (también en tiempos de pandemia o pospandemia), tratando de encontrar el mejor equilibrio posible entre tales variables curriculares.* Bien es sabido que la tecnología por sí mismo no es garante de éxito educativo (Reich, 2020). Se trataría de una flexibilidad ampliamente considerada. Remitimos a dicho artículo.

Probablemente el equilibrio de todos esos elementos, combinándolos con la flexibilidad adecuada, podría dar respuesta a las diferentes necesidades de formación, especialmente en tiempos de posCOVID. Una vez que exista la decisión de adoptar un determinado modelo, sea para situaciones de confinamiento total (educación a distancia digital 100%) o para tiempos posteriores (educación híbrida o combinada) y, más allá de las medidas de prevención sanitaria (uso de mascarillas, higiene, distancia de seguridad, tamaño de los grupos, uso de zonas comunes, etc.), habrán de considerarse, entre otras posibles, las siguientes variables de carácter más pedagógico, priorizando el concepto de **flexibilidad**:

- el impulso decidido a la **digitalización** de los centros que posibilite mayor grado de *flexibilidad*;
- las posibilidades de *flexibilidad* que ofrece el **ordenamiento educativo** del país o de las comunidades autónomas y regiones, probablemente adaptado también a las circunstancias;
- los escenarios permitidos de *flexibilidad* de la **organización docente** ante situaciones de posconfinamiento que impidan la presencialidad 100% o de confinamientos intermitentes, con el fin de alternar modalidades educativas, mediante un desarrollo curricular híbrido, mixto, combinado o de discontinuidad presencia-distancia;
- f*lexibilidad* con los **recursos**, sean internos o externos, que se precisarán para acometer el cambio;
- *flexibilidad* de los **tiempos**, cronograma, necesarios para el inicio del modelo, para el diseño y adaptación de contenidos, actividades y líneas de interacción;

- *flexibilidad* para elaborar o seleccionar **materiales** de audio, vídeo, imágenes, textos, etc.;
- *flexibilidad* para prevenir o proveer nuevas instancias de **evaluación** garantistas de la identidad, la calidad, la igualdad, equidad, solidez de los sistemas tecnológicos, respeto a la privacidad…;
- *flexibilidad* para la readaptación de **espacios físicos** y dotaciones tecnológicas para los grupos presenciales.

Otras cuestiones que habrán de ser tenidas en cuenta:

- los **estados de ánimo, impacto socioemocional** y percepciones de los docentes, personal de administración y servicios, estudiantes y familias tras las experiencias durante el confinamiento;
- la necesidad de **recuperar** aprendizajes por parte de aquellos estudiantes más perjudicados por la imposibilidad de un aprendizaje presencial;
- la previsión de **formación del alumnado** en las necesarias competencias digitales y en la prevención de adicciones y mal uso de las tecnologías;
- las soluciones posibles para aquellos estudiantes más vulnerables, que sufran en sentido negativo el impacto de las **desigualdades** sociales y brecha digital;
- la citada **fatiga** de una continuada exposición a la pantalla por parte de los estudiantes;
- la capacidad de respuesta de las **infraestructuras tecnológicas**;
- la consideración de los problemas de **privacidad**, confidencialidad y protección de datos ante las tecnologías invasivas;
- dificultades económicas de mayor **dotación de profesorado** que exige la reducción de alumnos por grupos;
- las necesidades de **formación** específica del profesorado en competencias metodológicas para la docencia en línea y en competencias digitales que reduzca la brecha digital generacional;
- la disposición y adecuación de las unidades o **centros de apoyo** técnico al profesorado;
- las **investigaciones** más relevantes de corte cualitativo y cuantitativo que hayan podido realizarse con el fin de valorar los modelos con más garantías de éxito;
- a nivel local e institucional, valorar cuáles fueron las **debilidades y fortalezas** más notables durante la época de confinamiento y educación a distancia 100%, considerando las cautelas ya señaladas en este trabajo;
- potenciar los niveles de **cooperación** en redes docentes, institucionales y organizacionales, públicas y privadas, que propicien la cooperación para la búsqueda de los mejores modelos, las mejores prácticas y el *software* más apropiado.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 09-32.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Ya se ha escrito bastante al respecto, la pandemia puede generar de forma indirecta algunas ventajas, algunos beneficios a la sociedad. Sin duda, elementos para la reflexión en educación, sí que ha suscitado, de tal modo que postulados como los indicados más arriba, en este momento ya no son tan discutidos, ni observados con tantas reservas o desconfianza.

Ciertamente que, durante el confinamiento, en los niveles no universitarios se aportaron soluciones muy provisionales que, aunque dejarán elementos de reflexión para adoptar determinadas innovaciones, finalizarán gran parte de ellas una vez superada la crisis. Sin embargo, en la universidad probablemente será diferente. Las modalidades a distancia, digitales, en línea y flexibles van a ser aprovechadas de forma muy generalizada una vez superada la pandemia.

Que existen instituciones y docentes que están deseando volver al tradicional modelo presencial, por supuesto. Pero ¿podrá dudarse que, incluso entre éstos que anhelan la presencialidad 100%, en el futuro sus prácticas educativas se van a ver moduladas y mucho más enriquecidas, mediadas o complementadas, por las tecnologías digitales?

Por otra parte, esos mismos docentes deberán ser conscientes de que igual la realidad empuja a tener que adoptar forzosamente modelos híbridos o, quién sabe si, de nuevo, a distancia 100% por regreso a un nuevo confinamiento. Y ese regreso habría de hacerse de forma muy diferente a como se hizo en esta ocasión. De ahí que esos escenarios deberían estar previstos en las programaciones de los centros realizando diseños convertibles, reversibles y adaptados a las nuevas situaciones, sin que sufra en exceso el desarrollo curricular. Por eso la formación de docentes para estas situaciones singulares o de emergencia se impone y debería ser objetivo prioritario. Igual habrían de prepararse a los estudiantes por si se diesen situaciones diferentes a las inicialmente previstas y hubiese que migrar de nuevo a entornos en línea. Y en los niveles no universitarios, también habría que concienciar a las familias.

El impacto de esta pandemia y la concomitante crisis económica, han generado un cambio en cómo, cuándo y dónde ocurre el aprendizaje del estudiante (Fox, et al., 2020). La renovación e innovación pedagógica siempre recomendada y, generalmente, aplazada, podrá contar ahora con la gran oportunidad para hacerse realidad y ganar en calidad y equidad educativas (Pedró, 2020). Se precisan para un futuro inmediato sistemas educativos resilientes, con capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia y con salvaguarda para aminorar las desigualdades que se vieron agravadas como nunca. En realidad, el COVID-19 puede presentarse como acelerador de la transformación de la educación superior que supondrá que el aprendizaje en línea y flexible vinieron para quedarse (Naffi, 2020).

Bien se sabe que una variable curricular esencial de todo proceso educativo es la evaluación. Sobre ella se estableció durante el confinamiento un gran debate que aún pervive, sobre fórmulas más adecuadas para llevar a cabo estrategias y técnicas de evaluación, habida cuenta de los problemas actuales para implementar

una evaluación universal de carácter presencial. Invitamos al próximo monográfico de esta revista RIED que, precisamente, versará sobre la evaluación digital y la digitalización de la evaluación.

No quisiéramos terminar sin animar para abordar investigación científica sobre muchas de las reflexiones aquí apuntadas. La situación fue de emergencia, las soluciones también lo están siendo. De ahí la necesidad de respaldo científico para la cantidad de propuestas que se vienen haciendo, con el fin de consolidar sólo aquellas que ofrecen resultados de calidad contrastada.

NOTAS

1. Mapas actualizados sobre el impacto del COVID-19 en la Educación. En agosto de 2020, existían cerca de 1.500 millones de estudiantes afectados por el cierre de centros educativos, que suponen el 70% de los estudiantes matriculados y 160 países con cierres totales o parciales. Ver mapas: https://es.unesco.org/covid19/educationresponse y https://www.worldbank.org/en/data/interactive/2020/03/24/world-bank-education-and-covid-19

REFERENCIAS

Bao, W. (2020). COVID–19 y la enseñanza en línea en la educación superior: un estudio de caso de la Universidad de Pekín. *Human Behavior and Emerging Technologies, 2*(2), 113-115. https://doi.org/10.1002/hbe2.191

Beatty, B. (2007). Transitioning to an Online World: Using HyFlex Courses to Bridge the Gap. In C. Montgomerie y J. Seale (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA 2007--World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (pp. 2701-2706). Vancouver. https://www.learntechlib.org/primary/p/25752/

Beatty, B. J. (2019). *Hybrid-Flexible Course Design. Implementing studentdirected hybrid classes*. Provo, Utah: EdTech Books.

Dreesen, T., Akseer, S., Brossard, M., Dewan, P., Giraldo, J. P., Kamei, A., Mizunoya, S., y Ortiz, S. (2020). Promising practices for equitable remote learning Emerging lessons from COVID-19 education responses in 127 countries. *Innocenti Research Brief*. UNICEF. https://cutt.ly/ufffokG

Fox, K., Bryant, G., Lin, N., y Srinivasa, N. (2020). Time for Class – COVID-19 Edition Part 1: A National Survey of Faculty during COVID-19. *Tyton Partners and Every Learner Everywhere*, July 8, 32 pp. https://www.everylearnereverywhere.org/resources/time-for-class-covid-19-edition/

Hart, J. (2020). *Top 200 Tools for Learning 2020,* https://www.toptools4learning.com/

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., y Bond, A. (2020). La diferencia entre la enseñanza remota de emergencia y el aprendizaje en línea. *Educause Review*. https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning

IESALC-UNESCO (2020). *El coronavirus-19 y la educación superior: impacto y recomendaciones*. https://cutt.ly/xdHJuhK

Jandrić P., Knox J., Besley T., Ryberg T., Suoranta J., y Hayes S. (2018). Postdigital science and education. *Educational Philosophy and Theory*, *50*(10): 893–899. https://doi.org/10.1080/00131857.2018.1454000

Johnson, N., Veletsianos, G., y Seaman, J. (2020). U.S. Faculty and Administrators' Experiences and Approaches in the Early Weeks of the COVID-19 Pandemic. *Online Learning, 24*(2). https://doi.org/10.24059/olj.v24i2.2285

Lozano-Díaz, A., Fernández-Prados, J. S., Figueredo Canosa, V., y Martínez Martínez, A. M. (2020). Impactos del confinamiento por el COVID-19 entre universitarios: Satisfacción Vital, Resiliencia y Capital Social Online, *International Journal of Sociology of Education, Special Issue: COVID-19 Crisis and Socioeducative Inequalities and Strategies to Overcome them*, 79-104. https://doi.org/10.17583/rise.2020.5925

Lozano, J. C., Cooper, E., y Soto, A. (2020). 5 Trends In VR Training Solutions To Elevate Your Blended Learning Program. *eLearning Industry*. https://cutt.ly/lfrpCqj

Miller, J., Risser, M., Griffiths, R. (2013). Student Choice, Instructor Flexibility: Moving Beyond the Blended Instructional Model. *Issues and Trends in Educational Technology, 1*(1), 8-24. University of Arizona Libraries. https://www.learntechlib.org/p/129818/

Naffi, N. (2020). *Disruption in and by Centres for Teaching and Learning During the COVID-19 Pandemic: Leading the Future of Higher*: L'Observatoire Internationale sur les Impacts Sociétaux de l'IA et du Numerique and the Government of Québec, https://cutt.ly/6fQZibh

Odriozola, P., Planchuelo, A., Irurtia, M. J., de Luis, R. (2020). Psychological effects of the COVID-19 outbreak and lockdown among students and workers of a Spanish university. *Psychiatry Research,* 290. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113108

Pedró, F. (2020). COVID-19 y educación superior en América Latina y el Caribe: efectos, impactos y recomendaciones políticas. *Análisis Carolina,* https://cutt.ly/sfytfUZ. https://doi.org/10.33960/AC_36.2020

Procter, C. T. (2003). Blended learning in practice. *Education in a Changing Environment conference*, (September 2003) Salford. http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/27428/

Research and Markets (2019). *Online Education Market & Global Forecast, by End User, Learning Mode (Self-Paced, Instructor Led), Technology, Country, Company*. https://cutt.ly/QdHHPcI

Reich, J. (2020). *Failure to Disrupt. Why Technology Alone Can't Transform Education*. Harvard University Press.

Singh V., y Thurman A. (2019). How many ways can we define online learning? A systematic literature review of definitions of online learning (1988-2018). *American Journal of Distance Education, 33*(4), 289–306. https://doi.org/10.1080/08923647.2019.1663082

Stein, J., y Graham, C. R. (2020). *Essentials for blended learning: A standards-based guide*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781351043991

Tucker, C. (2020). The Concurrent Classroom: Using Blended Learning Models to Teach Students In-person and Online Simultaneously. *@Catlin Tucker*. https://catlintucker.com/2020/09/concurrent-classroom-blended-learning-models/

u-Multirank (2020). About 60% of universities reported online learning provisions in their strategic planning pre-COVID-19, but only few appeared to be prepared for a quick shift to full online programmes. https://cutt.ly/VfGDArk

UN (2020a). *Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond (August 2020)*. United Nations. https://cutt.ly/bdHJEhX

UN (2020b). *Policy Brief: The World of Work and COVID-19 (June, 2020)*. United Nations. https://cutt.ly/6fpDKHF

UNESCO (2020). *Startling digital divides in distance learning emerge*. https://cutt.ly/adH2SRS.

Wiederhold, B.K. (2020). Connecting Through Technology During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic: Avoiding "Zoom Fatigue". *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 23*(7). https://doi.org/10.1089/cyber.2020.29188.bkw

World Bank (2020). *How countries are using edtech (including online learning, radio, television, texting) to support access to remote learning during the COVID-19 pandemic*. World Bank. https://cutt.ly/ZfuND7b.

World Economic Forum, (2020). *3 ways the coronavirus pandemic could reshape education*. https://url2.cl/N3klw.

Zhu, X., y Liu, J. (2020). Education in and After Covid-19: Immediate Responses and Long-Term Visions. *Postdigital Science and Education,* 1-5. https://doi.org/10.1007/s42438-020-00126-3

Monográfico:

Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa

Coordinadores del Monográfico
Mª Paz Prendes Espinosa
Fernando Cerdán Cartagena

I.S.S.N.: 1138-2783

Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa

(Advanced technologies to face the challenge of educational innovation)

Mª Paz Prendes Espinosa
Universidad de Murcia (España)
Fernando Cerdán Cartagena
Universidad Politécnica de Cartagena (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415

Cómo referenciar este artículo:
Prendes Espinosa, M. P., y Cerdán Cartagena, F. (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 35-53. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415

Resumen

Desde la llegada de internet a España en los años 90, las tecnologías digitales han demostrado su multitud y diversidad de aplicaciones en diversos campos, entre ellos en educación. Utilizamos el concepto de tecnologías avanzadas para denominar los últimos desarrollos tecnológicos dentro del ámbito de las tecnologías digitales, incluyendo tanto desarrollos de software, como hardware. En este artículo hacemos una revisión de algunos trabajos de relevancia e interés en relación con este tema de las tecnologías avanzadas. Hemos utilizado un método de revisión analítica y hemos llevado a cabo la selección de experiencias didácticas en torno a cuatro categorías que hemos considerado de especial relevancia: computación (robótica, pensamiento computacional e inteligencia artificial), realidad extendida (realidad aumentada y realidad virtual), juegos (videojuegos, juegos serios) y herramientas para educación (EVEA, apps). Con estos descriptores, hemos buscado experiencias educativas que puedan servir como ejemplos de buenas prácticas educativas con tecnologías avanzadas. Las referencias que recogemos pueden ser de interés y utilidad a los investigadores o a profesionales de la educación que busquen información específica sobre estos temas. La principal conclusión a la que llegamos es que la bibliografía es amplia y eso pone de manifiesto el interés que estos tópicos generan en el ámbito científico. Además, se demuestra el amplio abanico de posibilidades de aplicación de estas tecnologías, tanto en contextos formales, como no formales o experiencias informales.

Palabras clave: nuevas tecnologías; tecnologías de la información y la comunicación; medios de enseñanza; práctica pedagógica.

Abstract

Since the arrival of the Internet in Spain in the 1990s, digital technologies have demonstrated their multitude and diversity of applications in various fields, including education. We use the concept of advanced technologies to refer to the latest technological developments within the field of digital technologies, including both software and hardware developments. In this paper, we review some relevant and interesting works related to this topic of advanced technologies. We have utilized an analytical review method and have carried out the selection of didactic experiences around four categories which we have considered of relevance: computation (robotics, computational thinking and artificial intelligence), extended reality (augmented reality and virtual reality), games (video games, serious games) and educational tools (LMS, apps). With these descriptors, we have searched educational experiences that can serve as examples of good educational practices with advanced technologies. The references, which we collect, may be of interest and use to researchers or to educational professionals who are searching specific information on these topics. The main conclusion we reach is that the bibliography is extensive, and this shows the interest that these themes generate within the scientific field. Furthermore, it shows the wide range of possibilities of application of these technologies, both in formal and non-formal contexts, as well as informal experiences.

Keywords: new technologies; information and communication technologies; teaching media; pedagogical practice.

El tiempo es una de las dimensiones básicas de análisis cuando estudiamos las tecnologías y su impacto en cualquier ámbito, sea la sociedad, la educación, el mercado laboral,... o cualquier otro. Un análisis abordado desde un eje temporal nos llevará a comprender que las tecnologías están en un proceso continuo de cambio, lo cual impone a su vez un ritmo vertiginoso de cambio en todos los espacios de nuestras vidas y nuestra cotidianidad. Y es precisamente el tiempo la dimensión clave que hace posible entender qué son las tecnologías avanzadas. Estamos hablando de tecnologías para las cuales se usan indistintamente conceptos como los de tecnologías digitales, tecnologías de la información y la comunicación, nuevas tecnologías, tecnologías emergentes o el elegido de tecnologías avanzadas, que nos permite poner el foco en los desarrollos tecnológicos más recientes, las tecnologías más punteras e incluso aquellas sobre las cuales aún no hemos llegado a comprender sus posibles aplicaciones prácticas y reales.

Todos estos conceptos aluden a ese conjunto de herramientas digitales para la gestión de información y la comunicación (las TIC, incluyendo aquí todos los usos de Internet), pero también tecnologías que avanzan en la comprensión y aplicación de procesos inteligentes (inteligencia artificial, robótica o pensamiento computacional) o tecnologías que transforman y amplían nuestra realidad física (realidad aumentada, realidad virtual, realidad extendida). Hablamos también de aplicaciones diversas como simuladores virtuales, entornos virtuales, videojuegos

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 35-53.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

y juegos serios, impresión 3D, internet de las cosas, computación en la nube, dispositivos inteligentes, domótica, cadenas de bloques (*blockchain*),...

Como puede verse, la lista es siempre inconclusa, pues conforme unas tecnologías van quedando obsoletas, otras van asumiendo el protagonismo. En definitiva, las tecnologías avanzadas incluyen un conjunto tan amplio como heterogéneo de herramientas que se caracterizan por ser digitales, por tener muy diferentes aplicaciones en muy diversos contextos y también por ser el elemento clave que nos ayuda a entender el presente de la sociedad del siglo XXI y a intentar vislumbrar por dónde puede ir su futuro.

Estas tecnologías digitales tienen una dimensión técnica y otra dimensión asociada a sus posibles aplicaciones. Desde la perspectiva más **técnica**, podremos analizar los avances que nos van haciendo posible llevar a cabo acciones hasta hace poco impensables. El reconocimiento facial, la impresión casera de cualquier objeto tridimensional, o la obtención de información digital complementaria a un objeto real, por poner algunos ejemplos, son acciones cotidianas que podemos llevar a cabo con nuestro *smartphone*, con una impresora 3D o con aplicaciones de realidad aumentada. Todo tipo de dispositivos *smart* (inteligentes) que nos hacen la vida más fácil.

Y como decimos, todas estas tecnologías tienen una segunda característica muy relevante: sus aplicaciones son múltiples y diversas. Pero aquí nos interesa especialmente ver cuáles son las aplicaciones de estas tecnologías **en la educación**. Estas tecnologías llevan aparejados relevantes desarrollos de hardware y dispositivos inteligentes en el mundo de la conectividad, pero también interesantes aplicaciones educativas, algunas ya en experimentación y otras que caben de momento solo en nuestra imaginación. Hemos visto en los últimos años cómo van surgiendo nuevos conceptos pedagógicos bajo los cuales subyace siempre el uso de tecnologías: aprendizaje adaptativo (*adaptive learning*), clase invertida (*flipped classroom*), aulas inteligentes (*smart-classroom*), ecologías de aprendizaje (*learning ecologies*), analíticas de aprendizaje (*learning analytics*), entornos personales de aprendizaje (*personal learning environments*), gamificación, juegos serios (*serious games*), etc.

En esta reflexión sobre el impacto que las tecnologías tienen en educación, no podemos olvidarnos de tendencias que se van imponiendo por causas que a menudo ignoramos. Esta realidad puede suscitar un interesante debate desde perspectivas no solamente educativas, sino desde una visión más amplia que analice factores sociales, económicos, políticos y/o culturales. Es el caso, por ejemplo, del interés que en estos últimos años está suscitando la robótica y el pensamiento computacional en las escuelas, pero no sabemos si realmente es por su potencial educativo, o si puede ser relevante el factor de la influencia de editoriales y empresas, quienes han visto un nuevo nicho de mercado con el que afrontar el reto de la digitalización del material escolar y con ello la reducción de la venta de material impreso como puede ser el libro de texto.

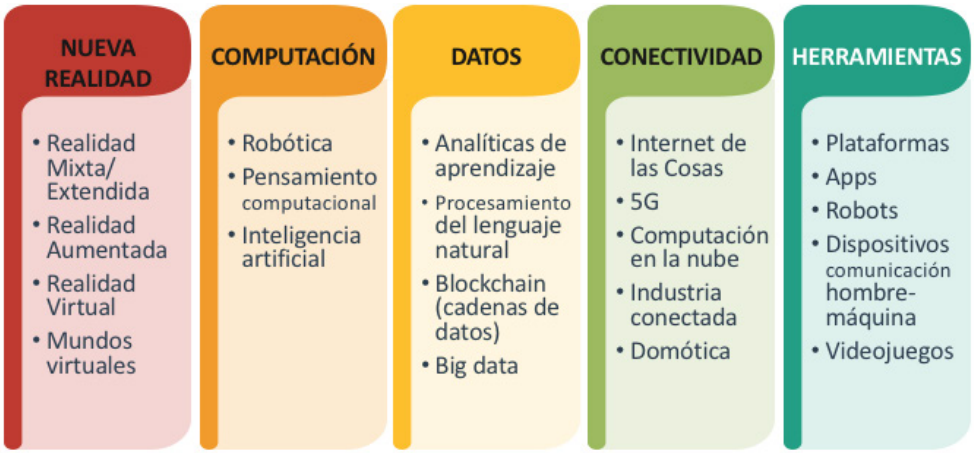
Esta diversidad tecnológica supone un nuevo reto, que es el de facilitar la capacitación tecnológica en todos los ámbitos de la educación. La rapidez con que cambia la tecnología hace necesario investigar nuevos modelos y estrategias de enseñanza-aprendizaje que faciliten al individuo la asimilación en el menor tiempo posible de los cambios tecnológicos y lo capaciten para las nuevas demandas del mercado laboral. De ahí surge toda una línea de trabajo en torno a las competencias digitales con una importante profusión de modelos (DigComp, DigCompEdu, DigCompOrg, por poner los ejemplos desarrollados en Europa) y numerosos trabajos de investigación al respecto (entre otros, Petterson, 2018; Prendes, Gutiérrez y Martínez, 2018).

En este artículo vamos a aproximarnos a algunas de estas tecnologías abordando esta doble perspectiva técnica y educativa, que creemos que son complementarias y que nos pueden ayudar a comprender mejor su potencial y sus posibilidades. Para ello hemos hecho una revisión analítica de referencias actuales y de interés sobre cada uno de los tópicos, referencias que representan esta doble visión técnica y educativa desde la cual queremos aproximarnos a la realidad de las tecnologías en esta última década, revisión que nos sirve para conectar con los temas analizados en las contribuciones que forman parte de este monográfico.

AVANCES TECNOLÓGICOS Y SUS APLICACIONES EN EDUCACIÓN

El catálogo de tecnologías emergentes o tecnologías avanzadas es tan amplio como cambiante en el tiempo. En la figura 1 hemos recogido y organizado en categorías algunas de estas tecnologías.

Figura 1. Las tecnologías avanzadas en la actualidad



RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 35-53.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Tecnología Robótica

El uso de la robótica en el aula es una tendencia con un impacto indudable en la enseñanza de materias STEAM dotadas de un componente creativo importante (Gdansky et al., 2020; Scaradozzi et al., 2020) y para estimular la creatividad (Hendrick et al., 2020). Un trabajo sobre robótica, STEM y creatividad es el de Casado y Checa (2020) o también el de Hurtado y Santamaría (2019). Pero además nos puede servir para evaluar la actitud y predisposición de los jóvenes estudiantes hacia esas materias (Sisman et al., 2020). En este estudio realizado con 35 niños entre 8 y 12 años se demuestra que el uso de la robótica en la educación puede mejorar la capacidad espacial de los niños y sus actitudes hacia STEM. De forma similar, pero en este caso con un grupo de niños de 5 años (Turan y Aydoğdu, 2020), se comprobó que es posible mejorar sus capacidades científicas después de aplicar un programa educativo basado en robótica. También Recio (2019) muestra las posibilidades educativas de la robótica en la etapa de Infantil.

Otros autores también han destacado la importancia de la robótica como herramienta de socialización e impulsora del pensamiento crítico (Angulo, 2016). Un ejemplo es su uso para potenciar las habilidades colaborativas aplicadas a la resolución de conflictos, mejora de las relaciones personales, cooperación entre estudiantes y mejora de la colaboración entre estudiantes y profesores (Nemiro, 2020; Sánchez, 2019; Zhong y Li, 2020).

Muy utilizado en enseñanza secundaria es el sistema operativo ROS -Robotic Operating System-, una colección de herramientas, bibliotecas y convenciones que facilita un nivel de abstracción a la hora de crear comportamientos robóticos robustos y complejos a través de una amplia variedad de plataformas robóticas (Karalekas, Vologiannidis y Kalomiros, 2020; Rosillo et al., 2020).

A nivel universitario destacan las competiciones de robótica educativa habitualmente centradas en los aspectos metodológicos, tanto desde un punto de vista educativo como de un punto de vista tecnológico o de ingeniería (Christoforou et al., 2020). La robótica es también una tendencia actual en la formación de ingenieros como base para la introducción de innovaciones y afrontar los retos de la globalización y la competitividad en un mundo cada vez más digitalizado (Soboleva y Karavaev, 2020).

Pensamiento computacional

El pensamiento computacional es una forma de resolver problemas, diseñar sistemas y entender el comportamiento humano, basándose en los conceptos de la informática. Su integración en el sistema educativo constituye una metodología para preparar a los estudiantes a desenvolverse en un mercado laboral cada vez más tecnológico, mejorando sus habilidades para resolver problemas complejos y aportar soluciones a los nuevos retos de la sociedad.

Los fundamentos del pensamiento computacional son 4: en primer lugar, los estudiantes, que además pueden ser más creativos que una máquina, demuestran el pensamiento algorítmico siempre que crean o utilizan una serie de pasos bien definidos para lograr un resultado deseado. En segundo lugar, la descomposición significa analizar un problema complicado a partir de sus componentes. En tercer lugar, la abstracción se refiere a la eliminación de detalles innecesarios para desarrollar una solución genérica, o a la representación de un sistema complicado con un modelo o visualización simple. Finalmente, el reconocimiento de patrones permite analizar tendencias de datos para elaborar soluciones.

Aplicar las técnicas del pensamiento computacional requiere por parte del alumno una serie de actitudes y habilidades que le permitan conectar ideas, colaborar o perseverar entre otras, las cuales se pueden adquirir durante el proceso de aprendizaje de otras materias. Una revisión actualizada se puede encontrar en Roig-Vila y Moreno-Isac (2020), quienes concluyen que hay amplia bibliografía en el contexto internacional, pero España destaca como uno de los países donde más se publica sobre este tema y de forma significativa en relación a la Enseñanza Primaria. También es habitual encontrar trabajos con una interrelación entre ambas herramientas, robótica y pensamiento computacional (Avello, Lavonen y Zapata, 2020; Noh y Lee, 2020; Roussou y Rangoussi, 2019).

El trabajo de González (2019) nos aproxima al trabajo del pensamiento computacional ya desde la etapa de educación infantil y podemos encontrar algunos ejemplos de actividades, materiales y casos de estudio en Juškevičienė (2020), Irgens et al. (2020) o Saxena et al. (2020), así como el amplio repositorio de Google para educación[1]. Mientras que a nivel universitario no parece haber problema (Younsoo y Minjeong, 2020), el desarrollo profesional de profesorado con competencias para llevar el pensamiento computacional al aula en etapas de enseñanza escolar (Kong, Lai y Sun, 2020) y secundaria (Irgens et al., 2020) es aún un reto. De forma generalizada, un estudio más amplio con profesores de asignaturas diversas y niveles superiores realizado por Juškevičienė (2020) concluye que el profesorado no tiene una percepción clara de cómo llevar estas herramientas de forma efectiva a las aulas. Finalmente, recomendamos una interesante revisión sobre robótica y pensamiento computacional de Sánchez y González (2019) y el número monográfico que los autores coordinan.

Inteligencia artificial

La Inteligencia Artificial proporciona un nuevo método de utilizar grandes cantidades de datos y con grandes aplicaciones en educación, donde el campo de la medicina está sacando provecho (Mirchi et al., 2020; Van der Niet y Bleakley, 2020). En esta línea la Inteligencia Artificial también comienza a formar parte de los centros educativos introduciendo nuevas herramientas y ayudando en la planificación de sus recursos (Chatterjee y Bhattacharjee, 2020), evaluando la calidad de la enseñanza

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

(Liu, Feng y Wang, 2020) o bien personalizando contenidos para los alumnos (Kim y Kim, 2020; Villegas, Arias y Palacios, 2020; Xiao y Yi, 2020).

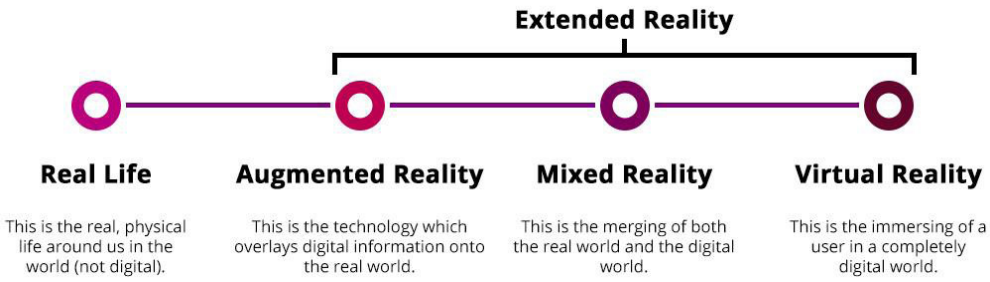
El uso de técnicas de Inteligencia Artificial también ha demostrado su utilidad en la predicción del rendimiento académico (Castrillón, Sarache y Ruiz-Herrera, 2020), aunque trabajos como éste deberán valorar la importancia de aspectos éticos y en ningún caso los estudios predictivos han de servir para clasificar, sino para estimular a quien más ayudas parece necesitar. En esta misma línea, Ocaña-Fernández, Valenzuela-Fernández y Garro-Aburto (2019) aportan datos sobre las posibilidades de promover aplicaciones que personalicen la enseñanza, ajustándose a las necesidades individuales detectadas por los algoritmos de Inteligencia Artificial y con ello aportando soluciones, apoyos y medidas educativas que responden a modelos de educación adaptativa.

Ahora bien, las investigaciones por ahora demuestran que una máquina no puede asumir el rol de un profesor, pues la forma en que la Inteligencia artificial funciona y hace las cosas en el contexto de la enseñanza dista mucho de la inteligencia humana (Cope, Kalantzis y Searsmith, 2020) y en parte debido a la falta de transparencia en los algoritmos de toma de decisiones. Su futuro en la educación está aún por descubrir y explorar.

Realidad Aumentada y Realidad Virtual

Las aplicaciones de Realidad Aumentada (RA) y de Realidad Virtual (RV) pueden ser aglutinadas bajo el concepto de Realidad Extendida (RE), tal y como plantea Simpson (2018) (figura 2) o también como Realidad Mixta (Cárdenas, Mesa y Suárez, 2018). Todas estas tecnologías combinan la realidad física de nuestro entorno real con la realidad construida por tecnologías, aunque con diferentes niveles de integración y de conexión de una y otra.

Figura 2. Concepto de Realidad Extendida, basado en Simpson (2018)



La tecnología inmersiva continúa su rápido ritmo de desarrollo, con nuevos dispositivos cada vez más económicos y potentes que amplían las oportunidades de aprendizaje. Encontramos en la literatura ejemplos recientes de uso de estas tecnologías, como todos los recogidos por Cárdenas et al. (2018) en su amplia revisión documental o las experiencias de Cabero y sus colaboradores (Cabero y Marín, 2018; Cabero, Vázquez y López, 2018) en titulaciones universitarias. En niveles inferiores, Marín y Muñoz (2018) y Rodríguez, Hinojo y Ágreda (2019) han trabajado con RA en Infantil; Castellano y Santacruz (2018) trabajan con RA en el primer ciclo de Primaria; y Castellano, Díaz y Carrillo (2019) en la ESO. Además, se han realizado estudios sobre la importancia de la RA en la competencia digital docente (Fuentes, López y Pozo, 2019) y otros sobre su uso combinado con métodos de aula invertida -flipped classroom- (López et al., 2020). Es relevante la selección de aplicaciones de RA que hacen Luna, Ibáñez y Rivero (2019) para enseñar el patrimonio.

En todos los campos disciplinares, la tecnología inmersiva apoyada en el uso de simulaciones, visión espacial, juegos de rol, imágenes o anotaciones superpuestas,... están transformando el aprendizaje. Estas nuevas tecnologías, aisladas o combinadas, impulsan enfoques interdisciplinares con un potencial tan enorme que permiten todo tipo de aplicaciones y metodologías. Sin duda, estamos ante el reto de vislumbrar sus posibilidades educativas y el cambio que estas tecnologías podrían llegar a promover.

Juegos serios, videojuegos y gamificación

Uno de los rasgos que mejor caracterizan el mundo de los juegos digitales y los videojuegos es la interactividad con el usuario. En el trabajo de Prendes y González (2019) se analiza la importancia de la interactividad cognitiva (con otros usuarios, juegos en grupo con usuarios conectados a la red) y la interactividad instrumental (con el propio juego y con los dispositivos físicos que usamos para los juegos –mandos, pantallas, cámaras...–) en todos los juegos digitales. La principal característica de todas estas herramientas (juegos digitales, videojuegos y juegos serios) es que se diseñan a partir de unas reglas y con la finalidad de entretener, aunque en el caso específico de los juegos serios se añade la finalidad de enseñar. Y ambas finalidades, enseñar y divertir, se unen también en la estrategia de la gamificación, que nos recuerda a la búsqueda del tesoro o a las Webquest.

Una interesante compilación de juegos serios la encontramos en Del Moral y Villaoustre (2018). Y experiencias educativas con juegos serios las podemos encontrar en Archuby et al. (2019), Fernández et al. (2019) o González et al. (2019). Otros autores nos muestran cómo la gamificación es una estrategia que funciona con éxito (García, 2019) y específicamente en el aula de enseñanza primaria (Holguin et al., 2019; Gil y Prieto, 2020) o en enseñanza superior (Corchuelo, 2018; Cornellá y Estebanell, 2018). Y los videojuegos también han sido utilizados de modo eficaz en experiencias educativas (Galindo, 2019).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 35-53.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

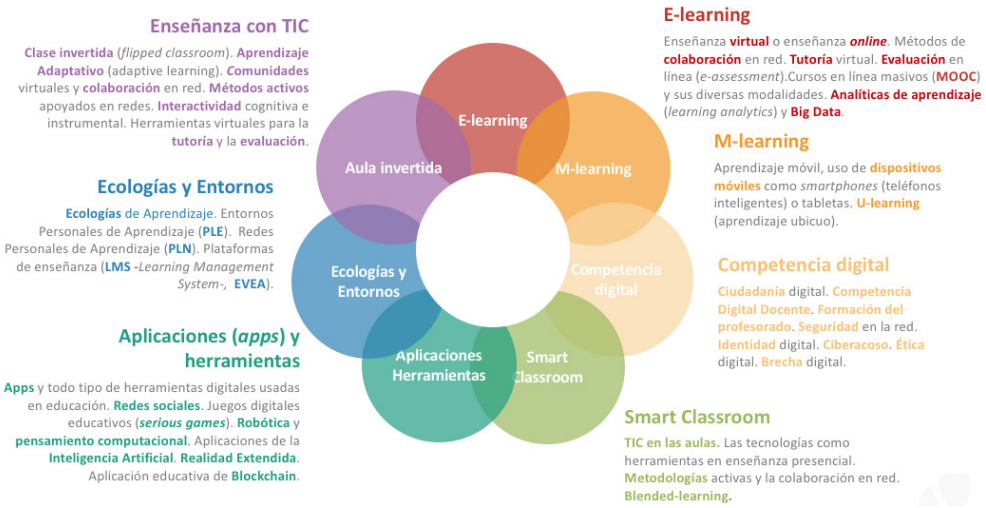
Aplicaciones y plataformas para la enseñanza y el aprendizaje

Cualquier herramienta tecnológica puede tener aplicaciones en educación, pero es igualmente cierto que algunas herramientas se diseñan específicamente para que sean útiles en este contexto. Hay un amplísimo abanico de plataformas (EVEA o LMS) diseñadas específicamente para enseñar y aprender, así como una amplísima literatura sobre ellas centrada tanto en su uso en sistemas de enseñanza virtual (Miller, MacLaren y Xu, 2020), en situaciones semipresenciales (Bervell y Arkorful, 2020) y en modelos presenciales (Engelbretch, Llinares y Borba, 2020). También encontramos trabajos recientes que nos muestran su potencial como herramientas para la tutoría (Pantoja y Prendes, 2020), para la evaluación formativa (Chanpet, Chomsuwan y Murphy, 2020) o para promover la enseñanza adaptativa en relación a los estilos de aprendizaje de los estudiantes (Da Costa et al., 2020). En todas las situaciones y contextos estas herramientas demuestran su potencial, tal y como concluyen Araka et al. (2020) en su revisión sistemática de trabajos publicados entre 2008-2018.

De similar forma ocurre con aplicaciones (*apps*) educativas que promueven el aprendizaje móvil y ubicuo (*m-learning* y *u-learning*), ámbito en el que encontramos trabajos recientes y relevantes como el de Cadavieco et al. (2020) que nos muestra un catálogo de 136 aplicaciones educativas para los niveles elementales y todas las áreas del currículum, o el trabajo de Sánchez-Morales et al. (2020) que propone el desarrollo de apps educativas con técnicas de Inteligencia Artificial. Además de los trabajos científicos, en la web podemos encontrar amplios catálogos como los de la revista Educación 3.0[2], el amplio catálogo de plataformas y aplicaciones en el Observatorio Tecnológico[3] del Ministerio de Educación de España, el catálogo de apps para Android del GITE[4] o los catálogos de apps accesibles de la Once[5].

En la figura 3 hemos resumido las principales tendencias en Tecnología Educativa, conceptos que reflejan las aplicaciones educativas de todas estas herramientas, lo que en definitiva podríamos calificar como tópicos de interés –y a la par grandes retos– en nuestro ámbito de conocimiento en la actualidad.

Figura 3. Tendencias actuales de investigación en Tecnología Educativa



CONTRIBUCIONES DE ESTE MONOGRÁFICO

Comienza este número monográfico sobre tecnologías -emergentes o avanzadas- con un artículo de Polanco, Ferrer y Fernández, quienes presentan un análisis documental sobre pensamiento computacional, sus definiciones, sus implicaciones y su potencial. Este artículo nos ayuda a entender el pensamiento computacional, así como sus implicaciones y su aplicación desde el punto de vista educativo.

En línea con la tendencia actual del fomento de capacidades relacionadas con la programación y el pensamiento computacional, el artículo de Caballero y García-Valcárcel muestra un proceso muy elaborado de cómo el trabajo práctico con robots, el robot Bee-Bot en este caso, supone una mejora significativa en la capacidad de secuenciación de acciones de un grupo de alumnos de Educación Infantil. En el contexto de la Enseñanza Primaria se contextualiza el artículo de Sáez, Buceta y De Lara, también utilizando la robótica y el pensamiento computacional. El estudio, realizado con 107 estudiantes de tres centros escolares, nos muestra interesantes resultados de aprendizaje y también de motivación, participación e interés.

El artículo de Suardíaz, Pérez, Cabrera y Ove nos presenta el desarrollo de una mano robótica con impresión 3D capaz de comunicarse mediante el lenguaje de signos. Este trabajo, relacionado con el contexto de la enseñanza superior, es una prueba más de la eficacia del uso de la robótica y la programación, herramientas que además se han combinado con estrategias de cultura maker y con modelos de Aprendizaje-Servicio.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 35-53.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

González, Cebreiro y Casal analizan el potencial de la Realidad Aumentada en una experiencia con estudiantes universitarios y usan esta tecnología para contribuir a la formación en competencias digitales que nos ayudan a promover el rol de prosumidor, complementando así su tradicional rol de consumidor.

También este monográfico recoge dos aportaciones sobre aplicaciones educativas de la Realidad Virtual. Berns y Reyes-Sánchez nos muestran cómo en el aprendizaje de idiomas, a pesar de existir un número importante de aplicaciones basadas en la realidad virtual, no acaban de obtener el rendimiento esperado. Sin embargo, el potencial de la realidad virtual en el aprendizaje de muchas disciplinas es indudable, así como el desarrollo de la competencia digital. Por su parte, el artículo de César, Baffa, Botero, Pazza, Alves y Matos nos sitúa en el contexto de la enseñanza de la Física y presentan una experiencia con estudiantes universitarios de Brasil en la cual la Realidad Virtual ha demostrado ser una herramienta muy eficaz.

La situación de confinamiento por motivo del COVID-19 ha dado lugar al uso de multitud de plataformas de videoconferencia existentes en el mercado y además en todos los niveles del sistema de enseñanza. De repente el profesorado se ha visto en la necesidad de utilizar esta herramienta para facilitar la gestión, para la coordinación docente y también para enseñar. El artículo de Roig-Vila, Urrea-Solano y Merma-Molina nos presenta una evaluación del rendimiento de Google Meet desde la perspectiva de los usuarios universitarios y justifican la importancia de ofrecer respuestas institucionales que no solamente aborden aspectos técnicos, sino también formativos y de competencia digital para el uso de estas herramientas sincrónicas.

El trabajo de López y González es una prueba concreta de cómo la Inteligencia Artificial, en este caso a través de una experiencia con un videojuego en formato de aplicación móvil, nos permite mejorar el rendimiento en matemáticas. Y otra aportación sobre el tema de los juegos digitales es el artículo de Campos, Ximenes y Oliveira, quienes estudian los aspectos relevantes a la hora de diseñar juegos serios desde el punto de vista de la usabilidad.

Y nos parece de especial interés que aparezca en este monográfico un artículo específicamente dedicado a la atención a la diversidad, ámbito en el que las tecnologías emergentes pueden suponer un paso de gigante para promover la accesibilidad. El trabajo de Molero, Lázaro, Vallverdú y Gisbert se centra específicamente en el uso de la tecnología para mejorar la vida de personas con discapacidad intelectual y nos presenta una revisión amplia del uso de las tecnologías digitales en este ámbito, llamando la atención sobre la importancia de disponer de productos o servicios que no dependan únicamente de la acción del sujeto para dar respuesta a una situación de emergencia.

En el contexto de la enseñanza profesional se ubica el artículo de Romero, Bueno, Ortega, Garrido, Gómez y Zbiec. Los autores abordan el problema de la falta de competencias en tecnologías, competencias que son clave para desarrollar la industria 4.0 y en particular, en el ámbito de la formación profesional, otra etapa reglada que es importante destacar por su importancia social y laboral.

También se incluye en este monográfico una investigación basada en dispositivos BCI cuyo fin es contribuir a descubrir cómo se aprende y principalmente identificar cuáles son los procesos biológicos que facilitan el aprendizaje, trabajo presentado por Corona, Altamirano y López. Entre las ventajas del uso de esta tecnología destacan la sustitución de cuestionarios y la valoración objetiva de la labor del profesor desde un punto de vista de eficiencia y eficacia.

A MODO DE CONCLUSIÓN

La rápida incorporación de las nuevas tecnologías a la enseñanza en los sistemas educativos formales es sin duda uno de los elementos que contribuye a la preparación de los estudiantes para los desafíos del mundo laboral y del cambio económico y social. Sin embargo, la capacidad de integración de las tecnologías en los centros educativos es siempre un proceso lento y difícil, a pesar de que las metodologías innovadoras combinadas con el uso de tecnologías producen como resultado profesionales creativos y con múltiples habilidades (Renz y Hilbig, 2020). Hemos visto cómo las aplicaciones de las tecnologías son innumerables, pero no olvidemos que en el centro de todas estas experiencias y proyectos están siempre los principales agentes educativos del sistema: los estudiantes y el profesorado. Y es bien cierto que hay muchos profesores innovadores, pero la innovación debe ser un objetivo institucional que se incorpore al tejido y a la vida institucional.

En definitiva, la tecnología se hace invisible cuando no percibimos que existe, cuando ya no hablamos de ella. ¿Alguien valora tener luz eléctrica en su domicilio? Pero cuando nos falta la electricidad, es cuando nos damos cuenta de lo importante que es para nuestra vida diaria. Si buscamos en internet "vivir sin móvil" encontramos muchas noticias de personas que han decidido no usar móvil, o no usar redes sociales,... pero precisamente por ser situaciones poco frecuentes, aparecen como noticia.

No nos hemos adentrado en este monográfico en las reflexiones sobre los aspectos problemáticos de las tecnologías: seguridad en la red, uso ético de las tecnologías, el ciberacoso, los virus, spam, piratería, *sexting*, los bulos (*fake news*), etc. Es indudable que el ciberespacio está lleno de zonas oscuras y peligros, especialmente si hablamos de menores y personas vulnerables (Prendes y González, 2020). Pero estos temas podrían ser por sí mismos objeto de otro monográfico.

En nuestra actual realidad educativa es importante que sigamos investigando sobre las tecnologías y sería de enorme importancia que los resultados de nuestras investigaciones tuvieran impacto visible en la educación. En Prendes y Serrano (2016) se recoge el efecto de la denominada "ley de la polka" aludiendo a investigaciones que repiten cuestiones ya supuestamente resueltas años atrás, pero que de forma repetitiva se continúan investigando como si fuesen temas nuevos o metodologías innovadoras. Hemos de hacer un esfuerzo colectivo para no intentar inventar la pólvora de forma continua y aprender de lo que otros han hecho antes que nosotros.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 35-53.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Nos quedamos, para concluir, con una consideración de Martínez (2020, p. 3), quien recuerda que en la antigua Grecia los alumnos llevaban a la escuela una cajita con piedras para aprender a contar y una tablilla para aprender a escribir: "Hoy también llevan mochila los alumnos, pero lo que va dentro de ellas no son tablillas ni piedras, dentro van instrumentos y medios que condicionarán su forma de acceder a la información y adquirir el conocimiento. Medios que en muchos casos van a transformar no solo su conocimiento, sino su forma de pensar". Este monográfico de RIED confiamos en que contribuya a entender mejor las posibilidades y el potencial de las tecnologías emergentes, así como también a reflexionar sobre su impacto desde la perspectiva de los usuarios y del sistema en general con todas sus variables organizativas, políticas, culturales, económicas y sociales.

NOTAS

1. En https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/
2. En https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/
3. En http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/
4. En https://www.um.es/catalogosgite/?page_id=3421
5. En https://educacion.once.es/apps-accesibles

REFERENCIAS

Angulo Bahón, C. (2016). Usos y beneficios de la robótica en las aulas. *Suplemento del boletín educaweb*, (341).

Araka, E., Maina, E., Gitonga, R., y Oboko, R. (2020). Research trends in measurement and intervention tools for self-regulated learning for e-learning environments—systematic review (2008-2018). *Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 15*(6), 1-21. https://doi.org/10.1186/s41039-020-00129-5

Archuby, F., Sanz, C., y Pesado, P. (2019). Análisis de la experiencia de utilización del juego serio "Desafiate" para la autoevaluación de los alumnos. *XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 206-217. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90465

Avello, R., Lavonen, J., y Zapata-Ros, M. (2020). Coding and educational robotics and their relationship with computational and creative thinking. A compressive review. *Revista de Educación a Distancia*, *20*(63). https://doi.org/10.6018/red.413021

Bervell, B., y Arkorful, V. (2020). LMS-enabled blended learning utilization in distance tertiary education: establishing the relationships among facilitating conditions, voluntariness of fuse and use behaviour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *17*(6), 1-16. https://doi.org/10.1186/s41239-020-0183-9

Cabero, J., y Marín, V. (2018). Blended learning y realidad aumentada: experiencias de diseño docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 21*(1), 57-74. http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.1.18719

Cabero, J., Vázquez, E., y López, E. (2018). Use of Augmented Reality Technology as a Didactic Resource in University Teaching. *Formación universitaria,*

11(1), 25-34. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000100025

Cadavieco, J. F., Pascual, M. A., y Vázquez-Cano, E. (2020). M-learning en niveles iniciales, rasgos didácticos de las APPS educativas. *Campus Virtuales, 9*(1), 17-27.

Cárdenas, H. A., Mesa, F. Y., y Suárez, M. J. (2018). Realidad aumentada (RA). Aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase. *Educación y ciudad,* (35), 137-148. https://doi.org/10.36737/01230425.v0.n35.2018.1969

Casado, R., y Checa, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, *58*, 51-69. https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672

Castellano-Simón, J. L., Díaz, L. M., y Carrillo-Rosúa, J. (2019). Una experiencia de aula con Realidad Virtual Inmersiva en el aprendizaje de la Tierra y el Sistema Solar en 1º de ESO. En P. Membiela, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *Nuevos retos en la enseñanza de las Ciencias*, 511-515. Educación Editora.

Castellano, T., y Santacruz, L. P. (2018). EnseñAPP: Aplicación Educativa de Realidad Aumentada para el Primer ciclo de Educación Primaria. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 21*. https://doi.org/10.24215/18509959.21.e01

Castrillón, O. D., Sarache, W., y Ruiz-Herrera, S. (2020). Predicción del rendimiento académico por medio de técnicas de inteligencia artificial. *Formación universitaria*, *13*(1), 93-102. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100093

Chanpet, P., Chomsuwan, K. & Murphy, E. (2020). Online project-based learning and formative assessment. *Technology, Knowledge and Learning, 25(3), 685-705.*

Chatterjee, S., y Bhattacharjee, K. K. (2020). Adoption of artificial intelligence in higher education: A quantitative analysis using structural equation modelling. *Education and Information Technologies*, 1-21. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10159-7

Christoforou, E. G., Masouras, P., Cheng, P., Avgousti, S., Tsekos, N. V., Panayides, A. S. y Georgiou, G. K. (2020). Educational Robotics Competitions and Involved Methodological Aspects. *Robotics In Education: Current Research And Innovations*, 1023. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26945-6_27

Cope, B., Kalantzis, M., y Searsmith, D. (2020). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*, 1-17. https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1728732

Corchuelo, C. (2018). Gamificación en educación superior: experiencia innovadora para motivar estudiantes y dinamizar contenidos en el aula. Edutec. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, *63*, 29-41. https://doi.org/10.21556/edutec.2018.63.927

Cornellà, P., y Estebanell, M. (2018). gaMoodlification: Moodle al servicio de la gamificación del aprendizaje. *Campus Virtuales, 7*(2), 9-25. http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/367/266

Da Costa, R.D., De Souza, G.F., De Castro, T.B., De Medeiros, R.A. y De Pinho, A. (2020). Identification of learning styles in distance education through the interaction of the student with a learning management system. *IEEE Journal of Latin-American Learning Technologies, 15*(3), 148-160.

Del Moral, E., y Villalustre, L. (2018). Análisis de serious games anti-bullying: recursos lúdicos para promover habilidades prosociales en escolares. *Revista*

Complutense de Educación, 29(4), 1345-1364. https://doi.org/10.5209/RCED.55419

Engelbretch, J., Llinares, S., y Borba, M. C. (2020). Transformation of the mathematics classroom with the internet. *ZDM-Mathematics Education*, *52*, 825-841. https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4

Fernández, J. L., Gaytán, L. S., Hernández, S. C., y García, M. Á. (2019). La alfabetización cuantitativa en estudiantes de tercer grado de Primaria a través de un juego serio. *Relatec. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 18*(1), 131-147. https://doi.org/10.17398/1695-288X.18.1.131

Fuentes, A., López, J., y Pozo, S. (2019). Análisis de la Competencia Digital Docente. Factor Clave en el Desempeño de Pedagogías Activas con Realidad Aumentada. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 17*(2), 27-42. https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002

Galindo-Domínguez, H. (2019). Los videojuegos en el desarrollo multidisciplinar del currículo de Educación Primaria: el caso Minecraft. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación, 55*, 57-73. https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i55.04

García, I. (2019). Escape Room como propuesta de gamificación en educación. *Revista Educativa Hekademos*, *27*, 71-79. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7197820

Gdansky, N. I., Kulikova, N. L., Budnik, A. A., y Sokolov, I. V. (2020). STEM technology in the study of educational robotics. *Revista Inclusiones*, 7.

Gil, J., y Prieto, E. (2020). La realidad de la gamificación en educación primaria. *Perfiles Educativos, 42*(168), 107-123. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168.59173

González, C. S. (2019). Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa, 7*. https://doi.org/10.6018/riite.405171

Gonzalez, C., Guerrero, J., y Navarro, Y. (2019). Un juego serio para la solución de problemas matemáticos para niños con TDAH. *Revista Científica Iberoamericana De Tecnología Educativa, 3*(2), 121-140. http://hdl.handle.net/11162/196071

Hendrik, B., Ali, N. M., y Nayan, N. M. (2020). Robotic Technology for Figural Creativity Enhancement: Case Study on Elementary School. *International Journal Of Advanced Computer Science And Applications*, *11*, 1. https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110166

Holguin, J., Taxa, F., Flores, R., y Olaya, S. (2019). Proyectos educativos de gamificación por videojuegos: desarrollo del pensamiento numérico y razonamiento escolar en contextos vulnerables. *EDMETIC, 9*(1), 80-103. https://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/12222

Hurtado, A., y Santamaría, N. (2019). La robótica en la enseñanza de las ciencias en primaria, una experiencia con Bee-Bot. *Creativity and Education Innovation Review*, *3*, 104-119. https://doi.org/10.7203/CREATIVITY.3.15977

Irgens, G. A., Dabholkar, S., Bain, C., Woods, P., Hall, K., Swanson, H., Horn, M., y Wilensky, U. (2020). Modeling and Measuring High School Students' Computational Thinking Practices in Science. *Journal of Science Education and Technology, 29*(1). https://doi.org/10.1007/s10956-020-09811-1

Juškevičienė, A. (2020). STEAM Teacher for a Day: A Case Study of Teachers' Perspectives on Computational Thinking. *Informatics in Education-*

An International Journal, 19(1), 33-50. https://doi.org/10.15388/infedu.2020.03

Karalekas, G., Vologiannidis, S., y Kalomiros, J. (2020). EUROPA: A Case Study for Teaching Sensors, Data Acquisition and Robotics via a ROS-Based Educational Robot. *Sensors, 20*(9), 2469. https://doi.org/10.3390/s20092469

Kim, W. H., y Kim, J. H. (2020). Individualized AI Tutor Based on Developmental Learning Networks. *IEEE Access*, 8, 27927-27937. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2972167

Kong, S. C., Lai, M., y Sun, D. (2020). Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. *Computers y Education*, 103872. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103872

Liu, C., Feng, Y., y Wang, Y. (2020). An innovative evaluation method for undergraduate education: an approach based on BP neural network and stress testing. *Studies in Higher Education*, 1-17. https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1739013

López, J., Pozo, S., Fuentes, A., y Romero, J. M. (2020). Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar. *Journal of Sport and Health Research, 12*(1), 64-79.

Luna, U., Ibáñez, A., y Rivero, M. P. (2019). El patrimonio aumentado. 8 apps de Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje del patrimonio. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *94*, 43-62.

Marín, V., y Muñoz, V. (2018). Trabajar el cuerpo humano con realidad aumentada en educación infantil. *Revista de Tecnología, Ciencia y Educación, 9*, 148-158.

Martínez Sánchez, F. (2020). EDUTEC 25 años: ¿Y ahora qué? *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, *73*, 1-6. https://doi.org/10.21556/edutec.2020.73.1845

Miller, T., MacLaren, K., y Xu, H. (2020). Online learning: practices, perceptions and technology. *Canadian Journal of Learning and Technology, 46*(1), 1-27. https://doi.org/10.21432/cjlt27894

Mirchi, N., Bissonnette, V., Yilmaz, R., Ledwos, N., Winkler-Schwartz, A., y Del Maestro, R. F. (2020). The Virtual Operative Assistant: An explainable artificial intelligence tool for simulation-based training in surgery and medicine. *PloS one, 15*(2), e0229596. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229596

Nemiro, J. E. (2020). Building Collaboration Skills in 4th-to 6th-Grade Students Through Robotics. *Journal of Research in Childhood Education*, 1-22. https://doi.org/10.1080/02568543.2020.1721621

Noh, J., y Lee, J. (2020). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Educational Technology Research and Development, 68*(1), 463-484. https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w

Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., y Garro-Aburto, L. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones, 7*(2), 536-568. https://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274

Pantoja Vallejo, A. y Prendes Espinosa, M.P. (2020). El papel de las tecnologías en el proceso de acción tutorial. En A. Pantoja Vallejo, *Buenas prácticas en la tutoría universitaria* (pp. 217-240). Síntesis.

Pettersson, F. (2018). On the issues of digital competence in educational contexts–a review of literature. *Education and information technologies, 23*(3), 1005-1021. https://doi.org/10.1007/s10639-017-9649-3

Prendes Espinosa, M. P., y González Calatayud, V. (2019). Interactive environments for involvement and

motivation for learning. En A. Payá Rico y S. Mengual-Andrés, *Videogames for Teachers: from research to action* (17-38). McGraw-Hill Interamericana de España. https://doi.org/10.6018/rie.370691

Prendes Espinosa, M. P., y González Calatayud, V. (2020). *Acoso y ciberacoso en la escuela: la vulnerabilidad de las personas con necesidades educativas especiales*. Octaedro.

Prendes Espinosa, M. P., Gutiérrez Porlán, I., y Martínez Sánchez, F. (2018). Competencia digital: una necesidad del profesorado universitario en el siglo XXI. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, *18*(56). https://revistas.um.es/red/article/view/321591. https://doi.org/10.6018/red/56/7

Prendes Espinosa, M. P., y Serrano Sánchez, J. L. (2016). En busca de la Tecnología Educativa: la disrupción desde los márgenes. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (0), 6-16. https://doi.org/10.6018/riite/2016/263771

Recio, S. (2019). Experiencias robóticas en infantil. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (7). https://doi.org/10.6018/riite.399641

Renz, A., y Hilbig, R. (2020). Prerequisites for artificial intelligence in further education: identification of drivers, barriers, and business models of educational technology companies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 17*, 1-21. https://doi.org/10.1186/s41239-020-00193-3

Rodríguez-García, A. M., Hinojo-Lucena, F. J., y Ágreda-Montoro, M. (2019). Diseño e implementación de una experiencia para trabajar la interculturalidad en Educación Infantil a través de realidad aumentada y códigos QR. *Educar, 55*(1), 59-77. https://doi.org/10.5565/rev/educar.966

Roig-Vila, R., y Moreno-Isac, V. (2020). El pensamiento computacional en educación. Análisis bibliométrico y temático. *RED, Revista de Educación a Distancia*, *63*, 1-24. http://dx.doi.org/10.6018/red.402621

Rosillo, N., Montes, N., Alves, J. P., y Fonseca, N. M. (2020). Generalized Matlab/ROS/Robotic Platform Framework for Teaching Robotics. *Robotics in education: current research and innovations*, 1023. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26945-6_15

Roussou, E., y Rangoussi, M. (2019, April). On the use of robotics for the development of computational thinking in kindergarten: Educational intervention and evaluation. *International Conference on Robotics and Education RiE 2017* (pp. 31-44). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26945-6_3

Sánchez, M. M., y González, J. (2019). Pensamiento computacional, Robótica y Programación en educación. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (7), 8-11. https://doi.org/10.6018/riite.407731

Sánchez, T. (2019). La influencia de la motivación y la cooperación del alumnado de Primaria con robótica educativa: un estudio de caso. *Revista Panorama, 13*(25), 117-140. https://doi.org/10.15765/pnrm.v13i25.1132

Sánchez-Morales, A., Sancho-Gómez, J., Martínez-García, J. y Figueiras-Vidal, A.R. (2020). Improving deep learning performance with missing values via deletion and compensation. *Neural Computing & Applications, 32*, 13233-13244. https://doi.org/10.1007/s00521-019-04013-2

Saxena, A., Lo, C. K., Hew, K. F., y Wong, G. K. W. (2020). Designing Unplugged and Plugged Activities to Cultivate Computational Thinking: An Exploratory Study in Early Childhood Education. *The Asia-Pacific Education Researcher, 29*(1), 55-66. https://doi.org/10.1007/s40299-019-00478-w

Scaradozzi, D., Cesaretti, L., Screpanti, L., y Mangina, E. (2020). Identification of the students learning process during Education Robotics activities. *Frontiers in Robotics and AI*, *7*, 21. https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00021

Simpson, D. (2018). *The Ultimate Extended Reality (XR) Glossary*. https://www.tvrlp.com/ultimate-extended-reality-glossary/

Sisman, B., Kucuk, S., y Yaman, Y. (2020). The Effects of Robotics Training on Children's Spatial Ability and Attitude Toward STEM. *International Journal of Social Robotics*, 1-11. https://doi.org/10.1007/s12369-020-00646-9

Soboleva, E. V., y Karavaev, N. L. (2020). Preparing Engineers of the Future: the Development of Environmental Thinking as a Universal Competency in Teaching Robotics. *European Journal Of Contemporary Education*, *9*(1). https://doi.org/10.13187/ejced.2020.1.160

Turan, S., y Aydoğdu, F. (2020). Effect of coding and robotic education on pre-school children's skills of scientific process. *Education and Information Technologies*, 1-11. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10178-4

Van der Niet, A. G., y Bleakley, A. (2020). Where medical education meets artificial intelligence: 'Does technology care?' *Medical Education*. https://doi.org/10.1111/medu.14131

Villegas, W., Arias, A., y Palacios, X. (2020). Proposal of an Architecture for the Integration of a Chatbot with Artificial Intelligence in a Smart Campus for the Improvement of Learning. *Sustainability*, *12*(4), 1500. https://doi.org/10.3390/su12041500

Xiao, M., y Yi, H. (2020). Building an efficient artificial intelligence model for personalized training in colleges and universities. *Computer Applications in Engineering Education*. https://doi.org/10.1002/cae.22235

Younsoo, P., y Minjeong, L. (2020). A Study on Improving Computational Thinking Education of University by Reflecting Learner's Perception and Instructor's Opinion. *Korean Journal of General Education*, *14*(1).

Zhong, B., y Li, T. (2020). Can Pair Learning Improve Students' Troubleshooting Performance in Robotics Education? *Journal of Educational Computing Research, 58*(1), 220-248. https://doi.org/10.1177/0735633119829191

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Mª Paz Prendes Espinosa. Profesora Catedrática de Universidad en la Universidad de Murcia (España). Directora del Grupo de Investigación de Tecnología Educativa de la misma universidad. Editora de la Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa. http://www.pazprendes.es/
E-mail: pazprend@um.es

Dirección:
Facultad de Educación
Universidad de Murcia
Campus de Espinardo
30100-Murcia (España)

Fernando Cerdán Cartagena. Profesor Catedrático de Universidad en la Universidad Politécnica de Cartagena (España). Investigador Principal Grupo I + D en Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Miembro del Grupo de División de Innovación en Sistemas Telemáticos y Tecnología Electrónica.

Dirección:
Departamento Tecnologías de la Información y la Comunicación
Universidad Politécnica de Cartagena
Campus Muralla del Mar, Edificio ETSIT
30202 Cartagena, Murcia (España)

I.S.S.N.: 1138-2783

Aproximación a una definición de pensamiento computacional

(Approach to a definition of computational thinking)

Norailith Polanco Padrón
Sonia Ferrer Planchart
Mariana Fernández Reina
Universidad del Zulia (Venezuela)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419

Cómo referenciar este artículo:
Polanco Padrón, N., Ferrer Planchart, S., y Fernández Reina, M. (2021). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 55-76. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419

Resumen

El norte de este trabajo implica hacer eco sobre un término que se ha popularizado a lo largo de los años y cuyos orígenes tuvieron lugar desde la perspectiva técnica de las ciencias informáticas, para la automatización de información o la producción de sistemas, pero que hoy en día, se difunde por muchos profesionales de otras áreas y grupos interesados en comprender y adoptar un método diferente para pensar y asumir situaciones de vida, un concepto llamado pensamiento computacional. Esta investigación persigue el objetivo de contribuir con la construcción de la definición de pensamiento computacional, así como el conocimiento del término para fines formativos. La investigación es de tipo descriptiva con diseño documental, basada en la revisión de literatura relacionada con el tema, para especificar con propiedad la forma en la que el pensamiento computacional es visto como opción para la representación, adquisición de conocimientos y atención a problemas, desde la óptica de expertos como ISTE y CSTA (2011), Papert (1980), García-Peñalvo (2016), Wing (2006), entre otros. Se encontró que una definición consensuada sobre pensamiento computacional ha sido tema de constante debate dentro de la comunidad científica, y que una de las mejores opciones en torno a este pensamiento es su incorporación al currículo escolar obligatorio, desde etapas o niveles tempranos del sistema educativo, en orden de potenciar las destrezas analíticas en el infante a través de la aplicación de fundamentos informáticos.

Palabras clave: educación; formación; educación primaria; pensamiento computacional; procesos cognitivos.

Abstract

The aim of this research revolves around a term that has become popular over the years and whose origins took place from the technical perspective of computer science in order to automate information or the production of systems. However, nowadays it is widely used by many professionals from several areas and groups that are interested in understanding and adopting a different way of thinking and assuming life situations. This concept is called Computational Thinking. This research pursues the objective of contributing to the construction of a definition on computational thinking, as well as to the use of this term for educational purposes. The research is descriptive with a documentary design, based on the review of literature related to the subject, in order to properly specify how computational thinking is seen as an option for the representation, acquisition of knowledge and attention to problems, from the viewpoint of experts as ISTE & CSTA (2011), Papert (1980), García-Peñalvo (2016), Wing (2006), among others. It was found that a definition by consensus of computational thinking has been the subject of constant debate within the scientific community, and one of the best options surrounding this kind of thinking is its incorporation into the mandatory school curriculum, from early stages or levels of the educational system, in order to enhance the children's analytical skills through the application of computer principles.

Keywords: education; training; elementary school; computational thinking; cognitive processes.

Ciertas potencias mundiales y países en vías de desarrollo, han destacado una tendencia educativa consistente en activar reformas para la alfabetización de competencias y aptitudes digitales en el alumnado, que han sido establecidas dentro de los planes formativos en etapa de educación primaria, donde se toman en consideración muchas destrezas y saberes que resultan clave para la integralidad del ser, como pueden ser la lectura, escritura, habilidades matemáticas, creatividad, lógica, entre otras competencias; con especial ahínco en procesos cognitivos que le ceden al individuo una mejoría en su elasticidad mental para solventar problemas. El norte de este trabajo implica hacer eco sobre un término que se ha popularizado con el paso de los años y cuyos orígenes tuvieron lugar desde la perspectiva técnica de las ciencias informáticas, pero que hoy en día, se pregona por profesionales de otras áreas, así como grupos interesados en comprender y adoptar un método diferente para asumir las situaciones de vida, un concepto llamado pensamiento computacional.

Esta investigación persigue el objetivo de contribuir con la construcción de una definición sobre el pensamiento computacional, así como el conocimiento del término para fines formativos, con lo que se pueda reforzar en el estudiantado sus procesos de pensamiento para la búsqueda de soluciones ante problemas complejos. La misma se instituye desde la revisión de literaturas y documentos relacionados con el tema, para especificar con propiedad y sobre la óptica de expertos, la forma en

la cual el pensamiento computacional es visto como opción para la representación, adquisición de conocimientos y atención a problemas.

El documento se estructura en distintos segmentos, que inician con la presentación de los primeros indicios en cuanto a la idea de pensar computacionalmente y las aproximaciones de Papert (1980) desarrolladas desde la década de los sesenta y setenta, luego se revisan los aportes teóricos del concepto. Por último, se ofrecen las discusiones y consideraciones finales que permiten soportar la información citada y se producen opiniones alternativas al respecto, donde se concibe al pensamiento computacional como un sistema de refuerzo ante las propias habilidades intelectuales de un aprendiz y por ende, a las soluciones lógicas que potencialmente podrán ser útiles para sus futuros proyectos de vida; razón que ha motivado esfuerzos hacia la consolidación de destrezas mentales superiores en niños y jóvenes, así como la enseñanza de codificación de programas.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Sobre los orígenes del pensamiento computacional

Las primeras aproximaciones del pensamiento computacional pueden verse asociadas con la adquisición de herramientas cognitivas, que son usualmente instrumentadas mediante el desarrollo de sistemas dentro de los espacios educativos, donde, concretamente, el adiestramiento en áreas como programación y diseño de algoritmos, ha tenido desde una perspectiva mundial, un acrecentado auge en cuanto al currículo educativo. En efecto, la comprensión y empleo de técnicas computacionales, regularmente trabajadas mediante la escritura de códigos funcionales que permitan el procesamiento de datos y la resolución de cuestiones lógicas, resultan inquebrantablemente necesarias para la adquisición de competencias elementales para un aprendiz, que guardan relación con las estructuras y conexiones mentales conducentes a pensamientos de orden superior. Por ende, el estudio de la programación informática y algorítmica, como herramientas cognitivas para la vida, ha tenido ciertas permutas conceptuales durante años, y hoy por hoy, puede considerarse que tiene un identificador propio, denominado y ampliamente popularizado como pensamiento computacional (Wing, 2006).

Sin embargo, mucho antes de bautizar este enfoque de pensamiento, el matemático Seymour Papert hablaba durante las décadas de los sesenta y setenta, sobre algo que él llamaba pensamiento procedimental, término que para varios autores mantiene una estrecha semejanza con la más reciente denominación de este tipo de pensamiento, ya que en sus ideas, manifestaba abiertamente la inclusión de procedimientos de desarrollo, representación, testeo y depuración, así como un efectivo procedimiento paso a paso, con el que una persona fuese capaz de abordar un problema.

Al respecto, resulta fundamental destacar que Papert (1980), co-fundador del Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT); es para muchos, el padre del pensamiento computacional, dado a la derivación de sus trabajos con lenguajes de programación visual, desarrollados desde los años sesenta. Dentro de la comunidad científica en el área de la computación, Papert es conocido por ser el creador del lenguaje de programación de alto nivel LOGO, un lenguaje funcional, estructurado y puntualmente, de fácil aprendizaje, porque su finalidad se inclinaba a la obtención de resultados educativos.

Por tanto, es notable que, desde hace décadas, se empezaba a considerar una formación especializada para los jóvenes estudiantes, una instrucción que conformemente involucrara disciplinas matemáticas y lógicas. Durante años posteriores, el debate y la curiosidad sobre estas ideas no han cesado, y desde luego, aunado a la convergencia tecnológica y las nuevas reformas sociales, basadas en aptitudes y conocimientos, el término ha mutado y ha dado pie a continuas reflexiones sobre la búsqueda de una definición formal, que abarque de lo que realmente se trata ser un pensador computacional, cuya implicación supere la base de concebirlo como una destreza cardinal para la producción de aplicaciones de software, manejo de lenguajes de programación o para el diseño de algoritmos únicamente, debe ser visto más bien, como una competencia medular con la que se fortalezcan los modelos de la mente humana, para lograr mejores soluciones en cualquier rubro del saber universal. De esta forma y propiamente, la primera publicación de este enfoque, tuvo lugar en 2006 bajo la tutela de Wing, quien lo defendía como una competencia a ser tomada en cuenta durante la formación de los niños y lo denominaba pensamiento computacional.

El concepto de pensamiento computacional

La definición formal de pensamiento computacional o *Computational Thinking* fue introducida por vez primera dentro de la comunidad científica en computación, por Wing (2006), quien define el término como una forma de pensar que no se restringe en exclusiva hacia programadores de sistemas ni científicos en computación, sino como un grupo de habilidades útiles para todas las personas. Esta definición incluye a su vez, un considerable rango de herramientas mentales que reflejan y ponen en manifiesto la amplitud del campo potencial individual.

Su concepción del pensamiento computacional como un grupo de herramientas mentales con las que toda persona debería contar y aplicar para solventar situaciones, es un punto bastante natural, pero adiciona el hecho de diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano. Esta primera definición ha sido mundialmente conocida por defender la idea sobre la incorporación del pensamiento computacional en la educación de todo ser humano, lo que, sin duda, tuvo –y tiene– un significativo impacto para el profesorado, tanto en áreas como ciencias de la computación, como en cualquier rama disciplinaria.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 55-76.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Sucesivamente, otros expertos han realizado sus aportes a la definición del término, intentando esclarecerlo y establecer una definición consensuada, la cual pueda ser aceptada por la comunidad científica que desarrolla el tema, sin embargo, esta meta no se ha alcanzado. Los nuevos desarrollos tecnológicos y los análisis al respecto de las competencias de alfabetización digital, promueven el surgimiento de nuevos elementos relacionados con el pensamiento computacional, y, pese a que se han desarrollado proyectos para su introducción en el currículo de distintos niveles educativos, no existe una definición formal para el término, por lo cual estas iniciativas son variadas en cuanto a contenido y naturaleza (García-Peñalvo, 2016).

Por tal motivo, en este documento se ha realizado un recorrido por distintas definiciones que han surgido sobre el pensamiento computacional desde que este fue introducido por Wing en 2006, hasta algunos más actuales que destacan distintos énfasis y procesos mentales implicados en su desarrollo y consolidación.

METODOLOGÍA

Según su objetivo, esta investigación, se corresponde con el tipo descriptivo, siguiendo un diseño documental, dado que fuentes utilizadas para la obtención de la información estuvieron constituidas por textos resultantes de estudios previos. El procedimiento documental se estableció en pasos consecutivos que iniciaron con la selección y delimitación del tema, seguido de la recolección de literaturas referidas a la conceptualización del pensamiento computacional. Desde autores pioneros en el área, hasta investigaciones más recientes, se efectuó la consulta a diversas fuentes bibliográficas impresas y electrónicas, para luego organizar y tabular la información recabada, y con base en esto discutir los resultados.

En cuanto a la cantidad de documentos revisados, esta asciende a más de 100, entre fuentes impresas y electrónicas, artículos en revistas, libros, tesis doctorales, trabajos de grado y páginas web, de las cuales se extrajeron las definiciones que se sistematizan en el siguiente apartado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la revisión y el análisis documental para la extracción de las definiciones sobre pensamiento computacional, se organizan cronológica y alfabéticamente en la siguiente tabla, comenzando por la ofrecida por Wing (2006) considerada la primera definición formal, hasta las más actuales que se han considerado.

Tabla 1. Definiciones del término pensamiento computacional

Nº	Autor	Definición	Énfasis
1	Wing (2006)	El pensamiento computacional implica resolver los problemas, diseñar sistemas y entender el comportamiento humano, aprovechando los conceptos fundamentales para las ciencias informáticas. El pensamiento computacional incluye una gama de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la informática.	Herramientas mentales
2	Cuny, Snyder y Wing (2010)	Actividad mental para formular problemas de forma que admitan una solución computacional; el pensamiento computacional es el proceso de pensamiento involucrado en la formulación de un problema y la expresión de sus soluciones de tal manera que una computadora, humano o máquina, puede llevar a cabo eficazmente.	Actividad mental
3	Wing (2010)	El pensamiento computacional son los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas y sus soluciones para que las soluciones se representen en una forma que pueda ser llevada a cabo efectivamente por un agente de procesamiento de información.	Procesos de pensamiento
4	Barr y Stephenson (2011)	Es un proceso de resolución de problemas que incluye (pero no se limita a) las siguientes características: formular problemas de una manera que nos permita usar una computadora y otras herramientas para ayudar.	Proceso de resolución de problemas
5	ISTE y CSTA (2011)	Es un proceso para dar resolución a los problemas. El pensamiento computacional es un enfoque para resolver un determinado problema que empodera la integración de tecnologías digitales con ideas humanas. No reemplaza el énfasis en creatividad, razonamiento o pensamiento crítico pero refuerza esas habilidades al tiempo que realza formas de organizar el problema de manera que el computador pueda ayudar.	Proceso de resolución de problemas Enfoque
6	Brennan (2011)	Conjunto de conceptos, prácticas y perspectivas basadas en las precisiones del mundo de la informática.	Dimensiones
7	Aho (2012)	Es un conjunto de procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas para que sus soluciones se puedan representar como pasos y algoritmos computacionales.	Procesos de pensamiento

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 55-76.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Nº	Autor	Definición	Énfasis
8	The Royal Society (2012)	El pensamiento computacional es el proceso de reconocimiento de aspectos de la informática en el mundo que nos rodea, y aplicar herramientas y técnicas de la informática para comprender y razonar sobre los sistemas y procesos tanto naturales como artificiales.	Proceso de pensamiento
9	Selby y Wollard (2013)	El pensamiento computacional es una actividad, a menudo orientada a un producto, asociada con la resolución de problemas, pero no limitada a ésta, que a su vez consagra un grupo selecto de habilidades, a saber: habilidad para pensar en abstracciones, pensar en términos de descomposición, pensar de forma algorítmica, pensar en términos de evaluación y pensar en generalizaciones.	Actividad mental
10	Sysło y Kwiatkowska (2013)	El pensamiento computacional es un conjunto de habilidades de pensamiento que pueden no resultar en programación de computadoras, debería enfocarse en los principios de la computación más que en las habilidades de programación de computadoras.	Habilidades de pensamiento
11	Mannila, Dagiene, Demo, Grgurina, Mirolo, Rolandsson y Settle (2014)	El pensamiento computacional es un término que abarca un conjunto de conceptos y procesos de pensamiento de la informática que ayudan a formular problemas y sus soluciones en diferentes disciplinas.	Procesos de pensamiento
12	Raja (2014)	El pensamiento computacional se basa en ver el mundo como una serie de puzzles, que pueden romperse en trozos más pequeños y ser resuelto poco a poco, al hacer uso de la lógica y el razonamiento deductivo.	Visión del mundo
13	Basogain, Olabe y Olabe (2015)	El pensamiento computacional es una metodología basada en la implementación de los conceptos básicos de las ciencias de la computación para resolver problemas cotidianos, diseñar sistemas domésticos y realizar tareas rutinarias. Esta nueva forma de abordar los problemas permite resolver con eficacia y éxito problemas que de otra forma no son tratables por una persona.	Metodología
14	Computing at School (CAS) (2015)	El pensamiento computacional es un proceso cognitivo o de pensamiento que implica el razonamiento lógico por el cual se resuelven los problemas y se entienden mejor los artefactos, procedimientos y sistemas.	Proceso de pensamiento

Nº	Autor	Definición	Énfasis
15	Pérez y Roig-Vila (2015)	El pensamiento computacional es un tipo de pensamiento que se relaciona con el pensamiento matemático, lógico y crítico, en el que intervienen habilidades como el reconocimiento de patrones, abstracción y modelación; cuya finalidad es proponer soluciones a los problemas reales de la vida cotidiana aplicando herramientas informáticas.	Habilidades del pensamiento Algoritmos
16	Snalune (2015)	El pensamiento computacional como aquellos procesos de pensamiento involucrados en la resolución de problemas, que integran habilidades importantes para que el estudiante pueda contribuir con el entorno laboral competitivo.	Procesos de pensamiento
17	Cummins (2016)	El pensamiento computacional es un método estructurado y probado diseñado para identificar problemas independientemente de la edad o el nivel de alfabetización informática.	Método
18	García-Peñalvo (2016)	El pensamiento computacional consiste en la aplicación de un alto nivel de abstracción y un enfoque algorítmico para resolver cualquier tipo de problemas.	Actividad
19	García-Peñalvo, Reimann, Tuul, Rees y Jormanainen (2016)	El pensamiento computacional es principalmente una metodología activa de resolución de problemas en los estudiantes; utiliza un conjunto de conceptos, como abstracción o iteración entre otros, para procesar y analizar datos, y para crear artefactos reales o virtuales.	Metodología activa
20	Román (2016)	El pensamiento computacional sería un término de corte cognitivo; se trata de un emergente constructo psicológico que se puede definir como la capacidad de formular y solucionar problemas apoyándose en conceptos computacionales (secuencias, bucles, condicionales, funciones, variables), y siguiendo la lógica algorítmica inherente a los lenguajes informáticos de programación.	Capacidad para resolver problemas
21	Formación en Red del INTEF (s.f.)	Proceso mental, y por tanto humano en el cual se piensa en las ideas y se combinan con datos mediante las TIC para resolver problemas.	Proceso mental
22	Plan Ceibal (2017)	El pensamiento computacional es una manera de pensar que no se restringe al código, la programación y la computadora, en la cual se emplea razonamiento lógico, pensamiento algorítmico y técnicas de resolución de problemas, y se involucran la creatividad, la habilidad de diseño y la resolución de problemas.	Manera de pensar

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 55-76.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Nº	Autor	Definición	Énfasis
23	Llorens, García-Peñalvo, Molero y Vendrell (2017)	El pensamiento computacional es un paradigma de trabajo para la resolución de casos y la programación informática como herramienta para atender estos problemas, por tanto, este pensamiento dota al individuo de las herramientas cognitivas necesarias para desenvolverse con éxito en el mundo digital en el que se desenvuelven.	Paradigma de trabajo
24	Ortega (2017)	El pensamiento computacional se traduce en una estrategia computacional que ayuda a resolver problemas complejos, al permitir la reformulación de eventos en términos más sencillos y manejables para quien piensa.	Estrategia
25	Shute, Sun y Asbell-Clarke (2017)	El pensamiento computacional es una forma de pensar para resolver problemas de manera efectiva y eficiente (es decir, algorítmicamente, con o sin la ayuda de computadoras) con soluciones que son reutilizables en diferentes contextos.	Forma de pensar
26	Rodríguez (2018)	Proceso de pensamiento a través del cual una persona plantea un problema y su posible solución o soluciones de tal manera que este pueda ser resuelto utilizando una secuencia de instrucciones ejecutadas por un humano, una computadora o ambos. Es utilizado para resolver problemas de distintas disciplinas como pueden ser las matemáticas, biología, humanidades y otras.	Proceso mental
27	Codelearn (2019)	El pensamiento computacional es un proceso mental que lleva al individuo a buscar soluciones óptimas, eficientes y abiertas. No solamente aplicable al mundo informático.	Proceso mental
28	González-González (2019)	El pensamiento computacional es la aproximación hacia la resolución de problemas mediante el uso de determinadas estrategias, que a su vez implica formular problemas de una manera que permite el uso de un computador para resolverlos; organizando y analizando lógicamente los datos trabajados, además, estos son representados a través de abstracciones, automatizando soluciones a través de algoritmos.	Estrategias
29	Maris (2019)	Se denomina pensamiento computacional a un tipo de pensamiento analítico, que puede ser desarrollado y aplicado en distintas disciplinas o actividades de la vida cotidiana.	Tipo de pensamiento

Nº	Autor	Definición	Énfasis
30	Zapata-Ros (2019)	El pensamiento computacional desenchufado (*Computational Thinking Unplugged*) hace referencia al conjunto de actividades, y a su diseño educativo, que se planean y utilizan para fomentar en los niños, desde primeras etapas de su desarrollo cognitivo (educación infantil, primer tramo de la educación primaria, juegos en casa con los padres y los amigos,) habilidades que luego pueden ser evocadas para potenciar un buen aprendizaje del pensamiento computacional en otras etapas, o en la formación técnica, profesional incluso en la educación universitaria.	Actividades y habilidades

En la tabla 1 pueden apreciarse 30 definiciones extraídas de las distintas fuentes examinadas, publicadas durante las últimas décadas, de las cuales pudo inferirse el enfoque de cada autor acerca del pensamiento computacional a partir del elemento en el cual pone el énfasis de su definición. En cuanto a los años en los cuales fueron publicadas estas definiciones, se encuentra que la primera en aparecer es la propuesta por Wing (2006). Según las fuentes consultadas, es a partir de 2010 cuando el término pensamiento computacional cobra fuerza y desde entonces surgen nuevas concepciones, siendo los últimos años los más prolíficos en cuanto a la definición del mismo. La figura 1 muestra cómo se distribuyen las definiciones seleccionadas en esta investigación entre los años 2006 a 2019.

Figura 1. Distribución de las definiciones seleccionadas según el año

Fuente: Tabla 1.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 55-76.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Adicionalmente, la mayoría de las definiciones seleccionadas han surgido en España (11) y Estados Unidos (10). También se ha estudiado el tema en Reino Unido (4), Latinoamérica (3) y otros países europeos (2), generalmente en el ámbito universitario y en organizaciones que apoyan la formación informática en general. En la siguiente tabla se resumen las características de las definiciones según la cantidad de autores que la suscriben, así como la nacionalidad y adscripción del autor principal de cada una.

Tabla 2. Características de las definiciones seleccionadas

Autores	Cantidad de autores	País del autor principal	Filiación
Wing (2006)	1	USA	Carnegie Mellon University
Cuny, Snyder y Wing (2010)	3	USA	National Science Found
Wing (2010)	1	USA	Carnegie Mellon University
Barr y Stephenson (2011)	2	USA	Union College
ISTE y CSTA (2011)	2	USA	ISTE
Brennan (2011)	1	USA	Harvard University
Aho (2012)	1	USA	Columbia University
The Royal Society (2012)	Institucional	Reino Unido	The Royal Society
Selby y Wollard (2013)	2	Reino Unido	Universidad de Southampton
Sysło y Kwiatkowska (2013)	2	Polonia	Nicolaus Copernicus University
Mannila, Dagiene, Demo, Grgurina, Mirolo, Rolandsson y Settle (2014)	7	Finlandia	Åbo Akademi University
Raja (2014)	1	USA	Periodista independiente
Basogain, Olabe y Olabe (2015)	3	España	Universidad del País Vasco
Computing at School (CAS) (2015)	1	Reino Unido	Computing at school

Autores	Cantidad de autores	País del autor principal	Filiación
Pérez y Roig-Vila (2015)	2	Ecuador	Universidad de Ecuador
Snalune (2015)	1	Reino Unido	Codio
Cummins (2016)	1	USA	Edagalaxy.com
García-Peñalvo (2016)	1	España	Universidad de Salamanca
García-Peñalvo, Reimann, Tuul, Rees, y Jormanainen (2016)	5	España	Universidad de Salamanca
Román (2016)	1	España	Universidad Nacional de Educación a Distancia
Formación en Red del INTEF (s.f.)	Institucional	España	INTEF
Plan Ceibal (2017)	Institucional	Uruguay	Administración Nacional de Educación Pública
Llorens, García-Peñalvo, Molero y Vendrell (2017)	4	España	Universidad de Alicante
Ortega (2017)	1	España	Universidad Internacional de La Rioja
Shute, Dun y Asbell-Clarke (2017)	3	USA	Universidad Estatal de Florida
Rodríguez (2018)	1	España	Elurnet
Codelearn (2019)	Institucional	España	Codelearn
González-González (2019)	1	España	Universidad de La Laguna
Maris (2019)	1	Argentina	Net-learning
Zapata-Ros (2019)	1	España	Universidad de Murcia

Por otra parte, el análisis de las definiciones permitió identificar al menos ocho criterios de énfasis, facilitando su agrupamiento de acuerdo a estos. Cabe destacar que, cada uno de estos criterios tiene implicaciones particulares y perspectivas de aplicación en la educación, así como en la investigación por la cual los autores

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 55-76.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

construyen el conocimiento acerca del pensamiento computacional. Estos resultados se presentan a continuación.

Tabla 3. Énfasis de las definiciones e implicaciones educativas

Autores	Énfasis	Perspectiva educativa
Wing (2006)	Herramientas mentales	Se entiende como una cualidad que todas las personas deben poseer, para resolver problemas y diseñar sistemas, por lo tanto, el pensamiento computacional debería ser incluido como una nueva competencia en la formación educativa porque, al igual que la matemática u otra disciplina del saber, es una habilidad fundamental cuya progresión en la comprensión de un concepto se basa en la comprensión del anterior y se puede desarrollar desde edades tempranas.
Cuny et al. (2010) Wing (2010) Aho (2012) The Royal Society (2012) Selby y Wollard (2013) Mannila et al. (2014) Computing at school (2015) Snalune (2015) García-Peñalvo (2016) Formación en red (INTEF, S.F.) Rodríguez (2018) Codelearn (2019)	Proceso mental Actividad mental	Indistintamente a lo que se dedique posteriormente un niño, seguro es que tendrá que saber utilizar herramientas tecnológicas tanto para su trabajo como para interactuar en su vida cotidiana. Por lo tanto, es imprescindible que se eduque a los niños y niñas para que sean capaces de hacer que las máquinas hagan lo que ellos quieran y no al revés. Los beneficios educativos del pensamiento computacional son varios, incluyen el uso de abstracciones que mejoran y refuerzan las habilidades intelectuales, y que por tanto pueden ser transferidas a cualquier otro ámbito. Los informáticos ya conocen el valor del pensamiento abstracto para manejar la complejidad.
Barr y Stephenson (2011) ISTE Y CSTA (2011)	Proceso de resolución de problemas	Los estudiantes al programar y compartir proyectos, comienzan a desarrollarse como pensadores computacionales, al aprender nociones y configuraciones básicas de computación y matemáticas, a la vez que practican estrategias para el diseño, resolución de problemas y otras formas de colaboración entre pares.

Autores	Énfasis	Perspectiva educativa
Brennan (2011)	Dimensiones (Operacionalización del término)	La definición operacional provee un marco de trabajo y vocabulario sobre pensamiento computacional que puede extenderse hacia educadores de etapa primaria. Sintetiza un grupo de habilidades finales en los estudiantes: manejo de complejidades, persistencia ante los desafíos, tolerancia ante la ambigüedad, habilidad para manejar problemas y comunicarlos entre pares para una solución común.
Sysło y Kwiatkowska (2013) Pérez y Roig-Vila (2015) Román (2016) Zapata-Ros (2019)	Habilidades del pensamiento	El diseño instruccional del pensamiento computacional deberá procurar enlazar intenciones, condiciones y recursos con objetivos y resultados deseados de aprendizaje. En este caso con el desarrollo de las habilidades que constituyen los elementos del pensamiento computacional. En el esquema del diseño instruccional, ocupan un lugar clave las actividades. Sin actividades no hay aprendizajes, y es haciendo como se aprende.
Raja (2014) Plan Ceibal (2017) Llorens et al. (2017) Shute et al. (2017) Maris (2019)	Visión / Paradigma	Los estudiantes que aprenden pensamiento computacional a través de planes de estudios, pueden comenzar a ver una relación entre las asignaturas académicas, así como entre la vida dentro y fuera del salón de clases. Por lo tanto, añadir el pensamiento computacional a la capacidad analítica del niño desde la escuela, le servirá para generar otras capacidades.
Basogain et al. (2015) Cummins (2016) García-Peñalvo et al. (2016)	Método / Metodología	El pensamiento computacional es un método comprobado por investigadores de nivel, es fácil de enseñar y divertido de aprender, por lo tanto, debe incorporarse a la educación para que los niños se conviertan en pensadores computacionales que resuelven problemas variados con métodos innovadores, siendo más creadores que consumidores.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 55-76.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Autores	Énfasis	Perspectiva educativa
Ortega (2017) González-González (2019)	Estrategia	Al desarrollar el pensamiento computacional, se logra entender qué aspectos de un problema son susceptibles de computación, evaluar la coincidencia entre herramientas y técnicas computacionales y un problema, comprender las limitaciones y el poder de las herramientas y técnicas computacionales, aplicar o adaptar una herramienta o técnica computacional a un nuevo uso, reconocer la oportunidad de usar el cálculo de una manera nueva, aplicar estrategias computacionales tales como dividir y conquistar en cualquier dominio.

Fuente: Información de la tabla 1.

Como revela la tabla 3, la mayoría de las definiciones hacen énfasis en el pensamiento computacional como un proceso mental. En este proceso, el pensador computacional formula interrogantes que le permiten operacionalizar los problemas y darles solución mediante estrategias basadas en el análisis y construcción de algoritmos, y en las cuales aplica sus habilidades y herramientas mentales.

Pese a la presencia de elementos coincidentes entre conceptos, existen también aspectos disímiles que han nutrido el debate sobre el pensamiento computacional, cuya inconsistencia entre acuerdos para una definición clara del término se ha prolongado durante varios años. Parte de la diatriba desarrollada entre expertos, en ocasiones insinúa la moción de que el pensamiento computacional fue estipulado por profesionales de la computación, profesores de informática o científicos en el campo, pero recientemente se expresa la necesidad de atender el término desde cualquier contexto y se extiende la idea de saber programar o diseñar algoritmos, así como al estudio de estas ramas, a su comprensión y puesta en práctica, lo cual podría resultar idílico, no en cuanto a producir sistemas, sino para pensar de forma diferente.

Al respecto, Denning (2017) ha criticado las definiciones del pensamiento computacional que se han extendido desde las posturas de Wing debido a que éstas parecen deambular en una constante pretensión por involucrar el uso de la informática en todos los campos de saber; y a raíz de ello se ha generado una proliferación de afirmaciones que conducen a promesas exageradas sobre la utilidad del pensamiento computacional en la solución de cualquier tipo de problema real. Ante esto, es importante figurarse que se trata de una configuración mental, sobre la forma en la que se piensa, por tanto, su aplicabilidad llega a ser amplia y variable.

Ciertamente, este pensamiento no se limita a la codificación de sistemas, el enfoque del pensamiento computacional es beneficioso para usuarios que no estén necesariamente adscritos a la labor tecnológica, o efectúen operaciones mediante el uso de equipos de cómputo; este pensamiento aplica para la adquisición de habilidades

particularmente inclinadas hacia la lógica y abstracción de datos, se procesan mentalmente las entradas de un medio, para transformarlos en salidas válidas; sin embargo, en última instancia, la aplicación del pensamiento computacional para resolver problemas o crear soluciones también sirve para programar un computador, con la intención de generar resultados deseados dentro de aquella gama de carreras que involucran el manejo de la tecnología.

Frente a este planteamiento, una de las mejores opciones para trabajar el pensamiento computacional, es analizar su incorporación en el currículo escolar obligatorio, y no solo esto, hacerlo desde etapas o niveles tempranos del sistema educativo, tal como se ha propuesto en Estados Unidos (Valverde-Berrocoso et al., 2015); al igual que en Reino Unido, España y parte del continente Europeo en general, con la afiliación de asignaturas de programación informática o manejo de tecnología, sin embargo, con frecuencia estos intentos dan por sentado que a través de la enseñanza de la programación, los niños desarrollarán plenamente el pensamiento computacional, idea que está distanciada de la realidad, porque aunque al aprender programación un estudiante desarrolla procesos cognitivos que también coinciden en las tareas de un pensador computacional, en ocasiones los cursos de programación se dedican a desarrollar estrategias donde el estudiantado entienda y aplique pensamiento para programar (Ortega, 2017).

Entonces, la idea de utilizar lenguajes de programación, sesiones prácticas con los niños en los laboratorios de computación, y las referencias para programar sistemas, resulta atractiva y pertinente para trabajar aspectos cognitivos, lógica y representación de datos con los estudiantes, pero ese ingrediente computacional ha de solicitar perentoriamente normas y directrices para su praxis dentro y fuera del aula, tal como lo establece Zapata-Ros (2015), porque en la actualidad se percibe una tendencia en la que los profesores de este campo, únicamente centran su ejercicio a la enseñanza de fundamentos de programación, donde solo se escriben líneas de código que en algunas circunstancias incluso, no son sometidas a un debate reflexivo sobre cómo intervienen los datos ingresados y las salidas generadas durante una depuración.

Al respecto, Adell et al. (2019) plantean que lo ideal, más que la inclusión de una asignatura específica acerca de computación o informática, es la integración del pensamiento computacional como un eje transversal del currículo en otras asignaturas, ya que la mayoría de ellas se concentran en la enseñanza de contenido dejando de lado el desarrollo de habilidades y destrezas, incluso en esta área la cual reúne un grupo de competencias muy demandadas en el mundo de hoy (Roig-Vila y Moreno-Isac, 2020).

En este orden de ideas, al recabar los planteamientos extraídos desde la revisión de documentos, la importancia de considerar el pensamiento computacional como competencia elemental para todos los sujetos, puede justificarse desde varios puntos de vista. Por una parte, desde una mirada económica, la creciente necesidad de contar con programadores y desarrolladores de sistemas para satisfacer las demandas del

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 55-76.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

mercado laboral presente y futuro, es una inalterable tendencia, por ello, la idea de conocer tecnologías, herramientas y entornos de desarrollo desde las escuelas, debe ser evaluada por aquellas latitudes en las que aun el componente tecnológico no se incluye en la enseñanza obligatoria. La dinámica económica y social en vigencia, permite develar nuevas categorías de empleos que hace unos pocos años atrás, simplemente no existían; hoy en día se evidencia cómo el teletrabajo, la aplicación a trabajos independientes a través de Internet, suscripción a comunidades virtuales, redes sociales y tecnologías en general, mantienen a los usuarios interconectados conjuntamente con las transformaciones del campo y se expone un panorama en el que, especialmente, el conocimiento viene a ser el recurso más valioso de todos.

Además, la vanguardia tecnológica, el empleo de entornos digitales, simuladores, proyecciones y en fin, el creciente atractivo de ciertas áreas de las ciencias exactas, han dado origen al término STEM, acrónimo de *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), es una expresión de impresa reputación hoy en día, tanto para activistas tecnológicos como organizaciones globales, dado que hace referencia a las áreas del conocimiento en las que trabajan los ingenieros y científicos, lo que forma parte de una llamativa oferta que va en absoluto ascenso para profesionales del futuro.

Equivalentemente, es imperioso que la demanda laboral de desarrolladores talentosos, se ubique en aquellas personas capaces de conocer y cumplir con los estándares de calidad de los sistemas o productos lógicos, por lo tanto, los pensadores deben contar con destrezas cognitivas que incorporen agudeza en cuanto a la abstracción, generalización y razonamiento lógico, para generar producciones de calidad, reutilizables, que sigan metodologías para el trabajo coordinado, de ágil refactorización y código limpio. La base del pensamiento computacional desde la perspectiva de Wing, reside también en el proceder minucioso y en la rigurosidad de un método científico.

Adicionalmente, desde una visión educativa, el pensamiento computacional como elemento integrante de la nueva perspectiva de alfabetización digital para todos, añade un punto fuerte en el marco de las habilidades mínimas que se requieren en la sociedad del siglo XXI, el carácter instruccional de este tipo de pensamiento transita entre las ciencias agógicas, no solo en pedagogía para este caso. Como lo declara Aparicio (2018), la tendencia de incorporar contenidos sobre tecnología y pensamiento computacional en las salas de educación primaria y secundaria ha sido desarrollada desde 2012 en Europa, con soporte en los miembros de la comunidad científica quienes defienden la introducción de estas habilidades mentales, incluso como asignaturas equiparables a las Matemáticas o la Lengua. De forma tácita es evidente que, desde el plano educativo, el ideal persigue el fortalecimiento del saber universal, donde los individuos sean iluminados y se permitan adquirir conocimientos, transformarlos con coherencia y difundirlos nuevamente para las próximas generaciones.

En este particular, es cierto que ante la carencia de acuerdos entre los teóricos respecto al pensamiento computacional y sus elementos constituyentes, se dificulta la planeación de estrategias coordinadas para el abordaje integral de este pensamiento, ya que se deben superar barreras conceptuales relacionadas al cómo enseñar a pensar computacionalmente y cómo evaluar estos resultados; sin embargo, la potencialidad ante el tema sigue en vanguardia así como la curiosidad por mantener una cultura informatizada en la sociedad y el avance del conocimiento, lo que es propio de esta era en revolución.

CONSIDERACIONES FINALES

Sobre la base de las experiencias formativas gestionadas por Papert desde los años sesenta, se exponía ya en esa época el dilatado beneficio que tienen los conocimientos técnicos para la escritura de programas de computadoras por los estudiantes, y más aún, si se les enseñan estas destrezas mentales desde temprana edad. Las publicaciones de Papert (1980) apelan a una idea en la que, la programación informática puede coadyuvar a la articulación de un trabajo mental en el aprendiz. Los eventos ejecutados por el procesador de un computador, permiten almacenar datos, efectuar cálculo aritmético y lógico, controlar periféricos, y entre muchas otras cosas, velar por la efectividad de uso de un sistema completo. Cuando se computa, se procesan entradas y se disponen soluciones factibles ante las interrogantes o problemáticas; y desde esta particular analogía, es dicha interacción entre los elementos de una realidad que se desarrolla y vigoriza el pensamiento.

Con base en lo anterior, es vital que los estudiantes desarrollen su pensamiento computacional, pues a través de este tendrían la capacidad para entender qué aspectos de un problema son susceptibles de computación, evaluar la coincidencia entre herramientas y técnicas computacionales y un problema, comprender las limitaciones y el poder de las herramientas y técnicas computacionales, aplicar o adaptar una herramienta o técnica computacional a un nuevo uso, reconocer la oportunidad de usar el cálculo de una manera nueva, aplicar estrategias computacionales tales como dividir y conquistar en cualquier dominio, las cuales son capacidades distinguidas en la sociedad del siglo XXI.

Por otra parte, el desarrollo del pensamiento computacional dentro del plan de estudios favorece el desarrollo integral del estudiante, por lo cual será capaz de encontrar la relación entre las distintas asignaturas que cursa y la utilidad que las competencias en las cuales estas se enfocan tendrán en su vida escolar y extraescolar, en el presente y el futuro.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 55-76.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27419 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

REFERENCIAS

Adell, J., Llopis, M., Esteve, F., y Valdeolivas, M. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *22*(1). https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303

Aho, A. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal, 55*(7), 832–835. https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074

Aparicio, M. (2018). *Desarrollo del pensamiento computacional mediante programación en alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo (ANEAE)*. [Tesis de Máster], Universidad Politécnica de Madrid. Archivo Digital UPM. http://oa.upm.es/53156/

Barr, V., y Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and What is the role of the computer science education community? *ACM Inroads, 2*(1), 48-54. http://doi.org/10.1145/1929887.1929905

Basogain, X., Olabe, M., y Olabe, J. (2015). Pensamiento computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *RED Revista de Educación a Distancia, 46*(6). http://www.um.es/ead/red/46. https://doi.org/10.6018/red/46/6

Brennan, K. (2011). *Computational Thinking Concepts* [Webinar]. ScratchEd Team. http://scratched.gse.harvard.edu/resources/computational-thinking-concepts-march-2011-webinar.html

Codelearn. (4 de noviembre de 2019). ¿Qué es el pensamiento computacional? *Codelearn*. https://codelearn.es/beneficios-del-pensamiento-computacional/

Computing at School. (2015). *Computational thinking. A guide for teachers*. http://computingatschool.org.uk/computationalthinking

Cummins, K. (May 25, 2016). Five reasons why computational thinking is an essential tool for teachers and students. *Edgalaxy.com – Cool stuff for nerdy teachers*. https://www.edgalaxy.com/journal/2016/5/25/five-reasons-why-computational-thinking-is-an-essential-tool-for-teachers-and-students

Cuny, J., Snyder, L., y Wing, J. M. (2010). Demystifying computational thinking for non-computer scientists. Unpublished manuscript, referenced in http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf

Denning, P. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM*, *60*(6), 33-39. https://doi.org/10.1145/2998438

Formación en Red del INTEF. (s.f.). ¿Qué es el pensamiento computacional? http://formacion.intef.es/pluginfile.php/87694/mod_imscp/content/9/qu_es_el_pensamiento_computacional.html

García-Peñalvo, F. J. (2016). What computational thinking is. *Journal of Information Technology Research, 9*(3), v-viii. https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/679/1/CT.pdf

García-Peñalvo, F., Reimann, D., Tuul, M., Rees, A., y Jormanainen, I. (2016). *An overview of the most relevant literature on coding and computational thinking with emphasis on the relevant issues for teachers*. Belgium: TACCLE3 Consortium. http://doi.org/10.5281/zenodo.165123

González-González, C. (2019). State of the art in the teaching of computational thinking and programming in childhood education. *Education in the Knowledge Society, 20*(17). https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17

International Society for Technology in Education ISTE & Computer Science Teachers Association CSTA. (2011). *Operational Definition of Computational*

Thinking for K–12 Education. http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershipt-toolkit.pdf?sfvrsn=4.

Llorens, F., García-Peñalvo, F., Molero, X., y Vendrell, E. (2017). La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. *Education in the Knowledge Society, 18*(2), 7-17. https://doi.org/10.14201/eks2017182717

Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L., y Settle, A. (2014). Computational Thinking in K-9 Education. *Proceedings of the Working Group Reports of the 2014 on Innovation & Technology in Computer Science Education Conference* (1-29). New York, USA: ACM. https://doi.org/10.1145/2713609.2713610

Maris, S. (2019). Pensamiento computacional: por qué incluirlo en el proceso de aprendizaje. *Net-Learning*. https://www.net-learning.com.ar/blog/herramientas/pensamiento-computacional-por-que-incluirlo-en-el-proceso-de-aprendizaje.html

Ortega, B. (2017). *Pensamiento computacional y resolución de problemas*. [Tesis doctoral], Universidad Autónoma de Madrid. Repositorio UAM. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/683810/ortega_ruiperez_beatriz.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books Inc. http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/mindstorms.pdf

Pérez, H., y Roig-Vila, R. (2015). Entornos de programación no mediados simbólicamente para el desarrollo del pensamiento computacional. Una experiencia en la formación de profesores de Informática de la Universidad Central del Ecuador. *RED Revista de Educación a Distancia*, *46*, 1-22. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6022698

Plan Ceibal. (13 de diciembre de 2017). ¿Qué aporta al aula el Pensamiento Computacional? *Plan Ceibal*. https://www.ceibal.edu.uy/es/articulo/que-aporta-al-aula-el-pensamiento-computacional

Raja, T. (June 16, 2014). Is Coding the New Literacy? *Mother Jones*. http://www.motherjones.com/media/2014/06/computer-science-programming-code-diversity-sexism-education

Rodríguez, S. (2018). ¿Qué es el pensamiento computacional? *Blog Edikeus.com*. https://edikeus.com/que-es-el-pensamiento-computacional/

Roig-Vila, R., y Moreno-Isac, V. (2020). El pensamiento computacional en educación. Análisis bibliométrico y temático. *RED. Revista de Educación a Distancia, 20*(63). http://dx.doi.org/10.6018/red.402621

Román, M. (2016). *Codigoalfabetización y pensamientocomputacionalenEducación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas*. [Tesis Doctoral], Universidad Nacional de Educación a Distancia. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:Educacion-Mroman/ROMAN_GONZALEZ_Marcos_Tesis.pdf

Selby, C., y Woollard, J. (2013). *Computational thinking: the developing definition*. UK: University of Southampton E-prints. https://eprints.soton.ac.uk/356481

Shute, V., Dun, C., y Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, *22*, 142-158. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003

Snalune, P. (2015). The Benefits of Computational Thinking. *ITNOW*, *57*(4), 58-59. https://doi.org/10.1093/itnow/bwv111

Sysło, M., y Kwiatkowska, A. (2013). Informatics for All High School Students: A Computational Thinking Approach.

En I. Diethelm y R. Mittermeir (Eds.), *Informatics in Schools. Sustainable Informatics Education for Pupils of all Ages*. (43-56). https://doi.org/10.1007/978-3-642-36617-8_4

The Royal Society (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. Computing in Schools Reports. https://royalsociety.org/topics-policy/projects/computing-in-schools/report/

Valverde-Berrocoso, J., Fernández-Sánchez, M., y Garrido-Arroyo, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED Revista de Educación a Distancia, 46*(3), 1-18. https://doi.org/10.6018/red/46/3

Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Wing, J. (2010). *Computational Thinking: What and Why?* https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: una nueva alfabetización digital - Computational thinking a new digital literacy. *RED Revista de Educación a Distancia*, *46*(4) https://www.um.es/ead/red/46/zapata.pdf. https://doi.org/10.6018/red/46/4

Zapata-Ros, M. (2019). Computational Thinking Unplugged. *Education in the Knowledge Society, 20*(18). https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LAS AUTORAS

Norailith Polanco-Padrón. Profesora Asistente de la Universidad del Zulia, Núcleo Costa Oriental del Lago, Programa de Humanidades y Educación Licenciada en Educación, mención Informática. Máster en Sistemas de Telecomunicaciones. Participante del Doctorado en Ciencias de la Educación, Universidad del Zulia, Núcleo Costa Oriental del Lago. Investigador PEII nivel A-1**.** Líneas de trabajo: Educación y tecnología, Informática, Telemática, Telecomunicaciones, Educación virtual. https://orcid.org/0000-0002-9436-8177
E-mail: norailithp@gmail.com

Sonia Ferrer-Planchart. Profesora Asociada de la Universidad del Zulia, Núcleo Costa Oriental del Lago. Licenciada en Educación, Mención Ciencias Pedagógicas, Área Orientación. Magister Scientiarum en Orientación Educativa. Doctora en Educación por la Universidad de Córdoba, España. Coordinadora del Centro de Orientación de la Universidad del Zulia Núcleo Costa Oriental del Lago. Líneas de trabajo: Educación y desarrollo humano, Inclusión, Orientación vocacional, Tecnología Educativa. https://orcid.org/0000-0001-7886-2821
E-mail: soniaferrerp4053@gmail.com

Mariana Fernández-Reina. Profesora Titular de la Universidad del Zulia, Núcleo Costa Oriental del Lago. Licenciada en Educación, Mención Ciencias Pedagógicas, Área Orientación. Magister Scientiarum en Orientación Educativa. Doctora en Educación por la Universidad de Córdoba, España. Líneas de trabajo: Educación y desarrollo humano, Neurociencias, Orientación académica, Orientación vocacional, Tecnología educativa, Innovación educativa, Educación virtual. https://orcid.org/0000-0003-2486-8392
E-mail: mfernandezreina@gmail.com

Dirección:
Universidad del Zulia
Núcleo Costa Oriental del Lago
Av. Universidad, frente al Palacio Arzobispal.
Cabimas, estado Zulia, Venezuela.

Fecha de recepción del artículo: 03/05/2020
Fecha de aceptación del artículo: 19/08/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 17/09/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

Robots en la educación de la primera infancia: aprender a secuenciar acciones usando robots programables

(Robots in the Early Childhood Education: learning to sequence actions using programmable robots)

Yen-Air Caballero-González
Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso
Universidad de Salamanca, USAL (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27508

Cómo referenciar este artículo:
Caballero-González, Y., y García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2021). Robots en la educación de la primera infancia: aprender a secuenciar acciones usando robots programables. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 77-94. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27508

Resumen

El incremento y avance tecnológico que experimenta la sociedad actualmente está impulsando el desarrollo de iniciativas educativas que integran actividades de enseñanza-aprendizaje para fomentar habilidades digitales asociadas a la programación y el pensamiento computacional como es la secuenciación de movimientos. En este trabajo se muestran algunos de los resultados que se obtuvieron con la realización de una experiencia de aprendizaje sobre el pensamiento computacional orientado a los niños en la educación temprana. En las actividades se efectuaron retos de programación utilizando el robot Bee-Bot®. El estudio contempló evaluaciones de tipo pretest/postest utilizando grupo control. La muestra de participantes fue de 40 estudiantes pertenecientes a un centro educativo, ubicado en Salamanca, España. Las actividades se desarrollaron en el curso 2018-2019. La recolección de datos sobre el dominio alcanzado por los estudiantes, en las evaluaciones desarrolladas, se efectuó mediante el uso de una rúbrica de evaluación. Los datos recolectados nos permitieron conocer la existencia de diferencias significativas en la capacidad de secuenciación de acciones a favor de los estudiantes que participaron de las actividades de aprendizaje con robots. Por otro lado, se pudo afirmar que no se encontraron diferencias asociadas al sexo de los participantes en relación con la programación y construcción de secuencias.

Palabras clave: robótica; programación; aprendizaje; pensamiento crítico; educación de la primera infancia.

Abstract

The increase and technological advance that society is currently experiencing is driving the development of educational initiatives that integrate teaching-learning activities to foster digital skills associated with programming and computational thinking such as movement sequencing. In this paper, we show some of the results that were obtained with the realization of a learning experience on computational thinking oriented to children in early education. The activities included programming challenges using the Bee-Bot® robot. The study included pre-test/post-test evaluations using a control group. The sample of participants was 40 students from an educational centre, located in Salamanca, Spain. The activities were developed in the academic year 2018-2019. The collection of data on the mastery reached by the students, in the developed evaluations, was carried out using an evaluation rubric. The collected data allowed us to know the existence of significant differences in the capacity of the sequencing of actions in favour of the students who participated in the learning activities with robots. On the other hand, it was possible to affirm that no differences were found associated with the sex of the participants in relation to the programming and construction of sequences.

Keywords: robotics; programming; learning; critical thinking; early childhood education.

El avance generado por la integración de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en los diferentes sectores de actividad y participación social ha motivado que los sistemas educativos ofrezcan la posibilidad de fomentar habilidades y competencias necesarias para enfrentar los retos que impone este nuevo ecosistema social (García-Valcárcel y Hernández, 2013; Henriksen et al., 2018). En este nuevo contexto de acción y participación la tecnología y la innovación son factores determinantes del progreso y el bienestar, promoviendo el diseño de escenarios para la enseñanza-aprendizaje más diversos, flexibles y participativos centrados en el estudiante como elemento clave del proceso (Berrocoso, Sánchez y Arroyo, 2015).

Por otro lado, la combinación de recursos de aprendizaje basados en la tecnología y la aplicación de técnicas y métodos activos son iniciativas que han irrumpido con gran fuerza en los diferentes niveles y contextos de aprendizaje (formal e informal). Uno de los focos de interés consiste en lograr el desarrollo de experiencias pedagógicas activas permitiendo la adquisición de nuevas alfabetizaciones, como la código-alfabetización, el pensamiento computacional, aprendizajes en las áreas STEM (por los términos en inglés Science, Technology, Engineering and Math) y otras habilidades de tipo social entre los participantes (Cejka, Rogers y Portsmore, 2006; Bers et al., 2014; González y García-Valcárcel, 2017; Strawhacker y Bers, 2019).

La código-alfabetización, se refiere a las nuevas teorías y prácticas que facilitan que una persona pueda comunicarse efectivamente con diversos dispositivos tecnológicos empleando instrucciones escritas en lenguajes informáticos (Vee, 2013; Liu, Perera,

y Klein, 2017). Este proceso conlleva el dominio cognitivo de una nueva forma de pensar, denominada pensamiento computacional (Papert, 1980; Wing, 2006). En los últimos años existe un gran interés por apoyar el diseño e implementación de iniciativas y propuestas de enseñanza-aprendizaje del Pensamiento Computacional (PC) orientados a contextos de aprendizaje de primeros niveles educativos (Zapata-Ros, 2015; García-Peñalvo y Mendes, 2018).

Las prácticas pedagógicas que se han planteado para el desarrollo del pensamiento computacional desde la infancia temprana se fundamentan en las teorías y enfoques de aprendizaje constructivistas y construccionistas propuestas por Jean Piaget y Seymour Papert respectivamente (Lee, Martín y Apone, 2014; Sullivan y Bers, 2018). En ambas corrientes la figura central del proceso enseñanza-aprendizaje es el estudiante.

Sin embargo, fue Seymour Papert quien otorga el carácter singular y la importancia al desarrollo de estrategias educativas vinculadas al aprendizaje de la informática, la programación y la computación desde la infancia temprana (Bers, 2008; Kucuk y Sisman, 2017; González y García-Valcárcel, 2018). En este sentido, Papert introduce la robótica como un recurso de tecnología educativa que posee las propiedades y características adecuadas para alcanzar un desarrollo significativo de las nuevas habilidades tecnológicas y sociales (Bers, 2017; Bruni y Nisdeo, 2017).

La Robótica Educativa (RE) aporta un significado lúdico y motivacional al proceso enseñanza-aprendizaje a través de la utilización de principios pedagógicos fundamentados en la interactividad y el desarrollo de actitudes positivas como el trabajo colaborativo, la creatividad, la comunicación y el liderazgo (Resnick y Rosenbaum, 2013; González-Martínez, Estebanell-Minguell y Peracaula-Bosch, 2018).

La robótica como disciplina de conocimiento busca estimular el interés de los estudiantes generando nuevas formas de pensamiento que facilitan de manera gradual la estructuración del pensamiento lógico y formal utilizando para ello: retos, proyectos y experimentos vinculados al entorno y la realidad que caracteriza el medio social donde el participante desarrolla sus actividades cotidianas (Kalelioğlu, 2015).

En trabajos previos se ha establecido el potencial de la RE para desarrollar estrategias de aprendizaje que promuevan la adquisición de habilidades y conocimientos en campos que tradicionalmente están orientados al género masculino (Cheng, Sun y Chen, 2018; González-González, 2019). Igualmente, se exponen las posibilidades que existen al realizar propuestas de aprendizaje en etapas educativas tempranas, donde los estereotipos de género aún no se han consolidado de forma permanente (Metz, 2007).

Sin embargo, se informa que un número significativo de propuestas formativas basadas en el dominio y aprendizaje de la tecnología, en niñas, se focaliza hacia los niveles educativos medios desaprovechando, con esto, las ventajas pedagógicas propias de los primeros años de educación formal (Sullivan y Bers, 2013).

Además, en relación con el desarrollo del PC se describen en la literatura una serie de conceptos, dimensiones o características que son utilizadas como marco de referencia para el diseño e implementación de estrategias educativas asociadas al desarrollo de esta forma de pensamiento propia de una sociedad de la información y del conocimiento.

En este sentido, la secuenciación o construcción de secuencias, es una de las habilidades asociadas al PC que se vincula tanto a los programas curriculares como a las evaluaciones de aprendizaje de estudiantes de niveles educativos iniciales (Strawhacker y Bers, 2015; Relkin y Bers, 2019). Actualmente, la evaluación del pensamiento computacional y de esta característica, en niños pequeños, es posible gracias a recursos y materiales de tipo tangible como los robots programables (González-González, 2019; Siu-Cheung, 2019). Sin embargo, recientemente surge el concepto de pensamiento computacional desenchufado que promueve el uso de otro tipo de recursos para la evaluación del desempeño en esta área de conocimiento sin el uso de ordenadores, robots u otro tipo de dispositivos (Zapata-Ros, 2019).

Desde el punto de vista conceptual, una de las primeras aproximaciones las presenta en el 2006, Jeannette Wing, su argumento sostiene que el PC "representa un conjunto de habilidades y actitudes, aplicable universalmente; que toda persona (no sólo los científicos de la computación) deberían adquirir y utilizar" (Wing, 2006, p. 33).

En 2009 la Computer Science Teachers Association y la International Society for Technology in Education desarrollaron una definición operativa sobre PC describiéndolo como un proceso de resolución de problemas que incluye características como la formulación de problemas, organización y análisis de datos de manera lógica, abstracción, pensamiento algorítmico y generalización de soluciones (Ramírez y Sosa, 2013; Sullivan y Bers, 2016).

Otra iniciativa conceptual sobre PC con gran impacto en el escenario internacional fue la propuesta denominada «computational thinking framework». En ella se estructura el aprendizaje del PC en base a tres dimensiones: los conceptos, las prácticas y las perspectivas (Brennan y Resnick, 2012).

Grover y Pea (2013) orientan el desarrollo PC en niveles K12 a través de características que proporcionan aceptación y confiabilidad, entre las que están: la abstracción, generalización de patrones, procesamiento sistemático de la información, sistemas de símbolos y representación, noción algorítmica de control de flujo, descomposición estructurada de problemas o modularización, pensamiento iterativo, recursivo y paralelo así como la lógica condicional, la depuración y detección sistemática de errores.

En este mismo año Selby y Woollard (2013) definen el PC como un proceso cognitivo o mental, de los humanos, no de las máquinas involucrando habilidades como la abstracción, descomposición, pensamiento algorítmico, evaluación y generalización. En otros estudios y análisis de la literatura científica sobre PC se realiza un énfasis hacia el dominio de características como la construcción y diseño

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 77-94.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27508 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

de algoritmos, incluyendo la comprensión de la secuenciación de acciones y el flujo de control (Angeli et al., 2016; Papadakis, Kalogiannakis y Zaranis, 2016).

Por otro lado, Bers y su equipo de investigación han realizado varios aportes de tipo experimental donde se argumentan las posibilidades y beneficios que se pueden obtener al introducir el aprendizaje del PC en niños de la infancia temprana. Se exponen el desarrollo del PC a través del dominio de 7 poderosas ideas como los algoritmos, modularidad, las estructuras de control, representación, hardware/ software, proceso de diseño y depuración (Bers, 2008; Bers, 2010; Bers, 2012; Bers, 2018).

Igualmente, para fortalecer el desarrollo de competencias y habilidades digitales orientado a contextos educativos de los primeros años se han propuesto iniciativas con un diseño instruccional basado en actividades y recursos sencillos o desenchufados (Zapata-Ros, 2019).

En estas iniciativas se integran tareas como el dibujo, la construcción, realización de competiciones, juegos de mesa y el uso de kits de robótica. Además, se argumenta que las actividades que se planifiquen deberán orientarse utilizando los postulados expuestos en teorías del aprendizaje cognitivista clásicas (Merrill, 2009; Reigeluth, 2016).

En el presente trabajo de investigación se pretende saber si las actividades de robótica que realizan los niños y niñas de educación infantil desarrollan su capacidad de secuenciación y se exponen algunos resultados logrados mediante el desarrollo de una experiencia de aprendizaje sobre habilidades digitales de pensamiento computacional y programación, en etapas educativas tempranas. La experiencia se organizó mediante retos de programación con resolución de problemas utilizando robots educativos programables (Caballero-González y García-Valcárcel, 2019; González y García-Valcárcel, 2020).

MÉTODOLOGÍA

Se tomó como referencia principal los resultados que fueron obtenidos mediante el desarrollo de una experiencia de formación y aprendizaje sobre pensamiento computacional. Las actividades se orientaron a estudiantes de educación infantil que pertenecían a un centro educativo concertado, ubicado en Salamanca, España. La experiencia se planificó y ejecutó utilizando un enfoque metodológico cuantitativo, mediante un diseño cuasiexperimental. Se utilizan dos grupos del mismo nivel (educación infantil) uno será el grupo control (no participará de las actividades formativas) y otro el grupo experimental (se expondrá a las actividades de aprendizaje). Los datos sobre el dominio y aprendizaje alcanzado por los estudiantes fueron recolectados aplicando evaluaciones del tipo pretest/postest con grupo control (Campbell y Stanley, 1993; Hernández et al., 2014).

Objetivo del estudio

El estudio se desarrolló con el propósito de conocer cómo influyen las actividades de aprendizaje propuestas en la experiencia educativa orientadas al aprendizaje del pensamiento computacional orientada a estudiantes de primeros niveles escolares.

Se estableció como hipótesis de partida que los estudiantes que participan en las actividades propuestas alcanzan un aprendizaje del pensamiento computacional en relación con el dominio de la característica secuencia. En este sentido, mediante el desarrollo de las diferentes tareas que formaron la experiencia educativa se buscó dar respuesta fundamentalmente a dos interrogantes:

1. ¿Es posible que los estudiantes de primeros niveles educativos puedan adquirir un dominio en la construcción de secuencias y el pensamiento computacional al participar en una experiencia de formación y aprendizaje mediante retos con robots programables?
2. ¿Existe alguna diferencia asociada al sexo de los participantes en relación con el dominio de la característica secuencia del pensamiento computacional alcanzado por los estudiantes de niveles educativos iniciales que participan en una actividad de aprendizaje?

Participantes (muestra)

En las actividades propuestas como parte de la experiencia educativa participaron un total de 40 estudiantes que pertenecen al segundo ciclo de educación infantil, de un colegio concertado, ubicado en Salamanca, España. Las actividades se realizaron durante el segundo trimestre del curso académico 2018-2019. Para la experiencia se organizaron los estudiantes en dos grupos: experimental y control. Cada grupo lo integran 20 estudiantes que representan clases completas. Los estudiantes fueron distribuidos en cada clase de forma previa al desarrollo de la experiencia y por criterios propios del centro educativo y ajenos al estudio.

El propósito de la experiencia fue notificado a los padres de familia de los estudiantes mediante las vías de comunicación que habitualmente se utilizan en el centro educativo. Los estudiantes que conforman la muestra no habían participado en actividades de formación y aprendizaje previas a la realización del estudio.

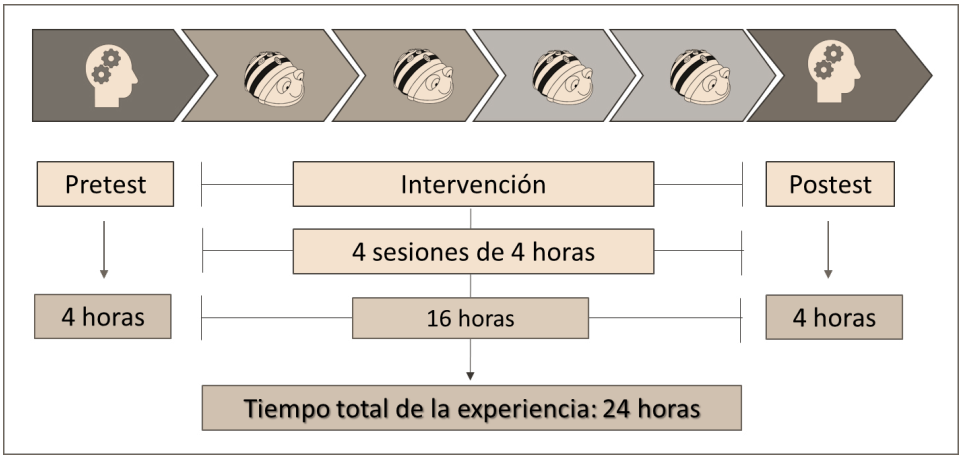
La distribución por sexo de los participantes en ambos grupos (experimental y control) fue de 11 niños (55% de los estudiantes) y 9 niñas (45% de los estudiantes). La edad de los participantes estuvo en el rango de 3 a 4 años.

Procedimiento utilizado

La experiencia formativa y de aprendizaje realizada implicó un total de 24 horas. En la figura 1 se muestra la estructura de actividades que la conforman.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 77-94.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27508 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Figura 1. Actividades que componen experiencia de formación y aprendizaje



Las actividades se estructuraron en 6 sesiones. En la primera sesión se efectuó la evaluación pretest con una duración de 4 horas. Luego se desarrollaron 4 sesiones para las actividades formativas de intervención. En estas se exploró el dominio de la característica secuencia del pensamiento computacional. Cada sesión fue propuesta utilizando 4 horas en cada una de las sesiones para un tiempo total de 16 horas. Finalmente, la experiencia culminó con una sesión de evaluación postest que implicó 4 horas.

Las evaluaciones o pruebas que se realizaron (pretest y postest) se basaron en retos o desafíos de programación denominados Solve-It. Los restos consistían en la construcción de secuencias de programación para lograr que el robot Bee-Bot® se moviera hasta un punto específico marcado sobre un tapete. Cada reto propuesto iniciaba con la presentación en forma oral de una pequeña narración o historia (expuesta por el investigador) que servía como elemento motivacional para integrar al alumno en las actividades de aprendizaje (Szurmak y Mindy, 2013; Fridin, 2014). En cada evaluación se planificaron 5 retos. Los estudiantes trabajaron de forma colaborativa organizados en pequeños grupos (3-4 estudiantes) en su aula de clases cotidiana.

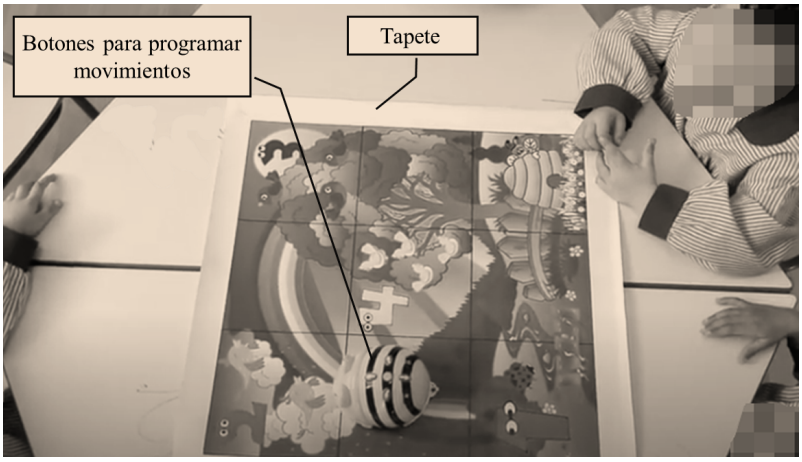
Recursos y materiales utilizados

En la realización de las actividades de evaluación (pretest y postest) así como para las sesiones de intervención planificadas se utilizó el robot educativo programable Bee-Bot® (figura 2). Este recurso educativo corresponde a un robot de piso que posee una forma de abeja, una característica que lo convierte en un recurso de interés para niños y niñas de primeras etapas escolares.

Este robot puede utilizarse como interfaz tangible de aprendizaje, para introducir los conceptos de programación a los niños pequeños (García-Peñalvo et al., 2016; Gonzalez-Gonzalez, 2019). Para programar los movimientos del robot se utilizaron unos botones ubicados en su exterior. Los botones permiten indicarle al robot cuatro tipos de movimientos: adelante, atrás con un desplazamiento constante de 15cm y giros a la izquierda o derecha en ángulos de 90º.

Para el desarrollo de la experiencia educativa se diseñaron algunos tapetes que serían el escenario para el desplazamiento del robot. (figura 2).

Figura 2. Recurso de robótica educativa y tapete utilizados en la experiencia educativa



Recolección de datos

En el estudio se empleó como instrumento de recolección de datos una rúbrica. El instrumento permitió el registro del nivel de logro y dominio alcanzado por cada uno de los estudiantes en el desarrollo de los retos de programación y robótica propuestos en las evaluaciones pretest y postest. En la rúbrica era posible registrar el logro del participante de acuerdo con una escala de valores entre de 0 a 5 puntos.

Los criterios y valores contemplados en el instrumento fueron: el reto fue realizado totalmente y sin ayuda, con un valor de 5 puntos; el reto se efectuó parcialmente con ayuda mínima, valorado en 4 puntos; el reto fue completado con ayuda moderada y periódica, con un valor de 3 puntos; el reto fue completado recibiendo ayuda constante y paso a paso, con un valor de 2 puntos. Finalmente, si el estudiante realizaba el reto propuesto, pero no podía completarlo, el valor asignado era 1 punto. En caso de no participar del reto, no se asignaban puntos. El instrumento que fue utilizado corresponde a una adaptación de otros que se han empleado en estudios

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 77-94.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27508 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

previos (Bers, 2010; Elkin, Sullivan y Bers, 2016; Sullivan, Bers, y Mihm, 2017; Caballero-González y García-Valcárcel, 2019; González y García-Valcárcel, 2020).

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para conocer el nivel de influencia que representó el desarrollo de la experiencia de aprendizaje en el dominio de la característica secuencia del pensamiento computacional se efectuó un análisis a los datos recolectados mediante la ejecución de las pruebas pre y postest, organizadas con retos de programación y robótica educativa. La característica secuencia que fue explorada en las evaluaciones corresponde a la dimensión conceptual del pensamiento computacional (Brennan y Resnick, 2012). Los datos que fueron recolectados se trataron estadísticamente mediante técnicas de tipo cuantitativas a través del programa SPSS versión 23.

El análisis inicial permitió comprobar la normalidad de los datos recolectados. Para esto se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S), estableciendo como valor crítico un $\alpha < .05$. En la tabla 1, se presentan los valores calculados con la prueba K-S aplicado a los datos sobre el desempeño alcanzado por los estudiantes, de los grupos experimental y control, en el dominio de la característica secuencia del pensamiento computacional. Los cálculos arrojaron un valor para p (Sig.) > ,05 con lo cual se puede decir que los datos correspondientes a las evaluaciones pretest y postest siguen una distribución normal.

Tabla 1. Resultados de la prueba estadística K-S utilizando los datos del pretest y postest en los grupos experimental y control

	Grupo	Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	p (Sig.)
Pretest	Experimental	,167	20	,147
	Control	,179	20	,093
Postest	Experimental	,178	20	,095
	Control	,182	20	,082

Igualmente, a los datos de las evaluaciones pretest de ambos grupos (experimental y control) se les aplicó la prueba estadística de Levene para determinar la igualdad de varianza (tabla 2). El valor calculado para la prueba presentó un (Sig.) > ,05. Los valores permiten establecer que no existen diferencias significativas; es decir, que inicialmente los grupos son equivalentes.

Tabla 2. Resultados de la prueba de igualdad de varianza aplicando el estadístico *t*-student a los datos del pretest en los grupos experimental y control

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Pretest	Se asumen varianzas iguales	,077	,783	1,045	38	,303	,950	,909	-,890	2,790

Luego de efectuar la evaluación pretest y de realizar las sesiones de intervención con actividades de formación y aprendizaje vinculadas a la característica secuencia del pensamiento computacional, se aplicó una evaluación postest. Los datos fueron recolectados mediante el mismo instrumento de recolección que se utilizó en el pretest, es decir, la rúbrica para registrar el desempeño alcanzado por los estudiantes en el desarrollo de una prueba con retos de programación y robótica educativa.

En la tabla 3 se muestran los valores de los estadísticos descriptivos que corresponden a los datos recolectados en la evaluación postest.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de los datos generados en la evaluación postest aplicada a los grupos experimental y control

Grupo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Experimental	20	15,80	3,833	,857
Control	20	13,30	2,922	,653

Por otro lado, para garantizar una respuesta eficaz a la primera interrogante que se formuló para el estudio se presentan en la tabla 4 los valores generados con estadístico *t*-student aplicado a los datos provenientes de la evaluación postest en los grupos experimental y control.

Los cálculos estadísticos exponen la existencia de diferencias significativas, en la evaluación postest, a favor de los estudiantes que participaron de la actividad de formación y aprendizaje; es decir, los integrantes del grupo experimental.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 77-94.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27508 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Tabla 4. Resultados del estadístico *t*-student aplicado a los datos de la evaluación postest en los grupos experimental y control

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
postest	Se asumen varianzas iguales	,008	,930	4,066	38	,000	4,050	,996	2,034	6,066

Adicionalmente, se efectuó un análisis de los datos obtenidos en la evaluación postest tomando en cuenta el sexo de los participantes. En la tabla 5 mostramos los estadísticos descriptivos que corresponden a estos datos.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de los datos generados en la evaluación postest considerando el sexo de los estudiantes participantes

	Sexo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
postest	Niño	22	15,64	3,472	,740
	Niña	18	14,17	3,959	,933

En la tabla 6 se muestran los resultados del estadístico t-student aplicado a los datos recolectados en el postest considerando el sexo de los estudiantes. El valor calculado para la prueba presentó un $p > ,05$. El resultado indica que no existen diferencias significativas en relación con el sexo de los estudiantes participantes.

Tabla 6. Resultados del estadístico *t*-student aplicado a los datos de la evaluación postest de acuerdo con el sexo de los participantes en los grupos experimental y control

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
postest	Se asumen varianzas iguales	1,474	,232	1,251	38	,219	1,470	1,175	-,909	3,849

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados que se han presentado hacen referencia a los datos generados mediante el desarrollo de una experiencia educativa planificada con miras a contribuir al aprendizaje del pensamiento computacional mediante el dominio de la habilidad de secuenciar actividades/tareas/órdenes en estudiantes de educación infantil. En la experiencia educativa se estructuraron actividades basadas en retos de programación que implicaron el diseño y construcción de secuencias de movimientos aplicados al robot educativo Bee-Bot®.

Los resultados de las evaluaciones pre/postest permitieron responder a las interrogantes formuladas para el estudio. Igualmente, fue posible comprobar la hipótesis de partida donde se argumentaba que los estudiantes que participaban de una experiencia de formación y aprendizaje lograban un dominio y aprendizaje de habilidades vinculadas a la programación y el pensamiento computacional.

En este sentido, en relación con la primera interrogante, los valores de los cálculos realizados exponen la existencia de diferencias significativas entre los estudiantes. Las diferencias estaban asociadas al grupo en el cual participaron. Es decir, que los resultados favorecían a los participantes del grupo experimental. Los estudiantes de este grupo manifestaron un desempeño o logro mayor en la secuenciación de movimientos del robot a los obtenidos por los integrantes del grupo control, que no participaron de las actividades de formación y aprendizaje.

Por otro lado, como respuesta a la segunda interrogante se pudo establecer que mediante los análisis aplicados a los valores de logro o desempeño recolectados y comparando la muestra en función del sexo de los estudiantes que participaron en el programa formativo, no se produjeron diferencias estadísticamente significativas. Por lo cual se puede afirmar que se produjo un desarrollo similar de esta habilidad

entre niñas y niños de primeras etapas educativas; es decir, que las actividades de aprendizaje propuestas permiten romper con los estereotipos de género que sustentan una mayor prevalencia del nivel de logro en participantes de sexo masculino.

En consecuencia, podemos sostener que los resultados obtenidos guardan relación con otros estudios que se han efectuado previamente y donde igualmente se proponen los beneficios y posibilidades de fortalecer el dominio del pensamiento computacional desde la infancia temprana, utilizando robots programables como interface tangible de aprendizaje (Ramírez y Sosa, 2013; Sullivan y Bers, 2013; Di Lieto et al., 2017; Sullivan, Strawhacker y Bers, 2017; Chalmers, 2018; Karampinis, 2018; García-Peñalvo y Mendes, 2018; Santoya–Mendoza et al., 2018; Goodgame, 2018; Horn y Bers, 2019; Sullivan y Bers, 2019).

Como limitantes del estudio podemos señalar: el espacio físico de trabajo, la cantidad de kits de robótica educativa utilizados y el tamaño de la muestra. En la planificación de nuevos estudios vinculados a esta línea de investigación sería conveniente considerar estos y otros aspectos como la exploración de más dimensiones del pensamiento computacional, diversificar el nivel educativo y lograr una participación más activa de los padres de familia. Sin embargo, este trabajo se puede considerar como un apoyo significativo al campo de conocimiento existente en relación con el fortalecimiento de habilidades digitales vinculadas al aprendizaje y dominio de la programación y el pensamiento computacional en las primeras etapas escolares.

REFERENCIAS

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., y Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society, 19*(3). www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.47

Berrocoso, J., Sánchez, M., y Arroyo, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Red*, 46, 1-18. https://doi.org/10.6018/red/46/3

Bers, M. U. (2008). *Blocks, robots and computers: Learning about technology in early childhood*. New York: Teacher's College Press.

Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics program: Applied computational thinking for Young children. *Early Childhood Research & Practice, 12*(2). https://bit.ly/2RZ3B11

Bers, M. U. (2012). Designing Digital Experiences for Positive Youth Development: From Playpen to Playground. Oxford: University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199757022.001.0001

Bers, M. U. (2017). The Seymour test: Powerful ideas in early childhood education. *International Journal of Child - Computer Interaction, 14*, 10-14. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.06.004

Bers, M. U. (2018). Coding and Computational Thinking in Early Childhood: The Impact of Scratch Jr in Europe. *European Journal of STEM Education, 3*(3), 08. https://doi.org/10.20897/ejsteme/3868

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., y Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinke-ring: Exploration of an early childhood robotics curriculum. Computers & Education,

72, 145-157. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020

Brennan, K., y Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association* (AERA) (pp. 1-25), Vancouver, Canada.

Bruni, F., y Nisdeo, M. (2017). Educational robots and children's imagery: A preliminary investigation in the first year of primary school. *Research on Education and Media, 9*(1), 37-44. https://doi.org/10.1515/rem-2017-0007

Caballero-González, Y. A., y García-Valcárcel, A. (2019). Fortaleciendo habilidades de pensamiento computacional en Educación Infantil: Experiencia de aprendizaje mediante interfaces tangible y gráfica. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, *18*(2). https://doi.org/10.17398/1695-288X.18.2.133

Campbell, D., y Stanley, J. (1993). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Amorrortu.

Cejka, E., Rogers, C., y Portsmore, M. (2006). Kindergarten robotics: Using Robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education, 22*(4), 711-722.

Chalmers, C. (2018). International Journal of Child-Computer Interaction Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction, 17*, 93-100. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.005

Cheng, Y. W., Sun, P. C., y Chen, N. S. (2018). The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. *Computers & education, 126*, 399-416. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.020

Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., ... y Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior, 71*, 16-23. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018

Elkin, M., Sullivan, A., y Bers, M. U. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Computers in the Schools, 33*(3), 169-186. https://doi.org/10.1080/07380569.2016.1216251

Fridin, M. (2014). Storytelling by a kindergarten social assistive robot: A tool for constructive learning in preschool education. *Computers & education*, *70*, 53-64. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.043

García-Peñalvo, F. J., Rees, A. M., Hughes, J., Jormanainen, I., Toivonen, T., y Vermeersch, J. (2016). A survey of resources for introducing coding into schools. *Proceedings of the Fourth Inter-national Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality,* TEEM'16. (pp.19-26). Salamanca, Spain, November 2-4, 2016. New York: ACM. https://doi.org/10.1145/3012430.3012491

García-Peñalvo, F. J., y Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior, 80*, 407-411. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005

García-Valcárcel, A., y Hernández, A. (2013). *Recursos tecnológicos para la enseñanza e innovación educativa*. Editorial Síntesis

Goodgame, C. (2018). Beebots and Tiny Tots. In E. Langran, y J. Borup (Eds.), *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (1179-1183). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

González-González, C. S. (2019). Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de

tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva. RIITE. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 85-97. https://doi.org/10.6018/riite.405171

González-González, C. S. (2019). State of the art in the teaching of computational thinking and pro-gramming in childhood education. *Education in the Knowledge Society, 20*, 17. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17

González-Martínez, J., Estebanell-Minguell, M., y Peracaula-Bosch, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society (EKS)*. https://doi.org/10.14201/eks20181922945

González, Y. A. C., y García-Valcárcel, A. (2017, November). Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish. In 2017 *International Symposium on Computers in Education (SIIE)* (pp. 1-5). IEEE. https://doi.org/10.1109/SIIE.2017.8259652

González, Y. A. C., y García-Valcárcel, A. (2018, October). A robotics-based approach to foster programming skills and computational thinking: Pilot experience in the classroom of early childhood education. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp.41-45), ACM. https://doi.org/10.1145/3284179.3284188

González, Y. A. C., y García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the knowledge society (EKS)*, *21*(10). https://doi.org/10.14201/eks.22957

Grover, S., y Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. Educational Researcher, 42(1), 38–43. https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Henriksen, D., Henderson, M., Creely, E, Ceretkova, S., Černochová, M., Sendova, E., Sointu, E. T., y Tienken, C. T. (2018). Creativity and Technology in Education: An International Perspective. *Technology, Knowledge and Learning*, *23*, 409-424. https://doi.org/10.1007/s10758-018-9380-1

Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio. P. (2014). *Metodología de la in-vestigación*. McGraw-Hill Education.

Horn, M., y Bers, M. (2019). Tangible Computing. In The Cambridge Handbook of Computing Edu-cation Research (S.A. Fincher and A.V. Robins, Eds.), Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108654555.023

Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: *Code.org*. *Computers in Human Behavior, 52*, 200-210. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.047

Karampinis, T. (2018). Robotics-based learning interventions and experiences from our implementations in the RobESL framework. *International Journal of Smart Education and Urban Society, 9*(1), 13-24. https://doi.org/10.4018/IJSEUS.2018010102

Kucuk, S., y Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one Robotics instruction. *Computers & Education*, *111*, 31-43. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002

Lee, I., Martin, F., y Apone, K. (2014). Integrating computational thinking across the K–8 curriculum. *ACM Inroad, 5*(4), 64-71. https://doi.org/10.1145/2684721.2684736

Liu H. P., Perera S. M., y Klein J. W. (2017) Using Model-Based Learning to Promote Computational Thinking Education. In P. Rich y C. Hodges (Eds.), *Emerging*

Research, Practice, and Policy on Computational Thinking. Educational Communications and Technology: Issues and Innovations. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_10

Metz, S. S. (2007). Attracting the engineering of 2020 today. In R. Burke y M. Mattis (Eds.), *Women and minorities in science, technology, engineering and mathematics: Upping the numbers* (184–209). Edward Elgar Publishing.

Merrill, M. D. (2009). First principles of instruction. In C. M. Reigeluth y A. A. Carr-Chellman (Eds.), *Instructional-design theories and models: Building a common knowledge base* (Vol. III), (41-56). Routledge.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Papadakis, S., Kalogiannakis, M., y Zaranis, N. (2016). Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: a case study. *International Journal of Mobile Learning and Organization, 10*(3), 187. https://doi.org/10.1504/IJMLO.2016.077867

Ramírez, P. A. L., y Sosa, H. A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación, 37*(1), 43-63. https://doi.org/10.15517/revedu.v37i1.10628

Reigeluth, C. M. (2016). Teoría instruccional y tecnología para el nuevo paradigma de la educación. *RED. Revista de Educación a Distancia, 50*. https://doi.org/10.6018/red/50/1a

Relkin, E., y Bers, M. U. (2019). Designing an assessment of computational thinking abilities for young children. STEM for early childhood learners: how science, technology, engineering and mathematics strengthen learning. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429453755-5

Resnick, M., y Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkerability. Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators, 163-181. https://doi.org/10.4324/9780203108352

Santoya–Mendoza, A., Díaz–Mercado, A., Fontalvo–Caballero, F., Daza–Torres, L., Avendaño–Bermúdez, L., Sánchez–Noriega, L., Ramos–Bernal, P., Barrios–Martínez, E., López–Daza, M., Osorio–Cervantes, G., Rodríguez–Pertuz, M., y Moreno–Polo, V. (2018). Robótica educativa desde la investigación como estrategia pedagógica apoyada en TIC en la escuela. *Cultura. Educación y Sociedad 9*(3), 699-708. https://doi.org/10.17981/cultedusoc.9.3.2018.82

Selby, C., y Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. https://cutt.ly/vryITzu

Siu-Cheung, K. (2019). Components and Methods of Evaluating Computational Thinking for Fostering Creative Problem-Solvers in Senior Primary School Education. *Computational thinking Education*. NY: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_8

Strawhacker, A., y Bers, M. U. (2015). "I want my robot to look for food": Comparing Kindergartner's programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(3), 293-319. https://doi.org/10.1007/s10798-014-9287-7

Strawhacker, A., y Bers, M. U. (2019). Promoting Positive Technological Development in a Kinder-garten Makerspace: A Qualitative Case Study. *European Journal of STEM Education*, *3*(3), 09. https://doi.org/10.20897/ejsteme/3869

Sullivan, A., y Bers, M. U. (2013). Gender differences in kindergarteners' robotics and programming achievement. *International journal of technology and*

design education, 23(3), 691-702. https://doi.org/10.1007/s10798-012-9210-z

Sullivan, A., y Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education, 26*(1), 3-20. https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5

Sullivan, A., y Bers, M. U. (2018). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapo-re's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education, 28*(2), 325-346. https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0

Sullivan, A., y Bers, M. U. (2019). Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school. *International Journal of Technology and Design Education, 29*(5), 1033-1051. https://doi.org/10.1007/s10798-018-9483-y

Sullivan, A., Bers, M. U., y Mihm, C. (2017). *Imagining, playing, and coding with KIBO: using robotics to foster computational thinking in young children*. Siu-cheung KONG The Education University of Hong Kong, Hong Kong, 110.

Sullivan, A., Strawhacker, A., y Bers, M. U. (2017). Dancing, Drawing, and Dramatic Robots: Inte-grating Robotics and the Arts to Teach Foundational STEAM Concepts to Young Children. En M. S. Khine (Ed.), *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience* (231-260). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9_10

Szurmak, J., y Mindy, T. (2013). Tell me a story: The use of narrative as a tool for instruction. *In Imagine, Innovate, Inspire: The Proceedings of the ACRL 2013 Conference* (pp. 546-552). Indianapolis, IN, USA: ACRL.

Vee, A. (2013). Understanding computer programming as a literacy. *Literacy in Composition Studies*, *1*(2), 42-64. https://doi.org/10.21623/1.1.2.4

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Red, 46*, 1-47. https://doi.org/10.6018/red/45/4

Zapata-Ros, M. (2019). Computational Thinking Unplugged. *Education in the Knowledge Society, 20*, 18. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Yen-Air Caballero-González. Participó como miembro del Grupo de Investigación-Innovación en Tecnología Educativa GITE-USAL de la Universidad de Salamanca como doctorando del programa Formación en la Sociedad del Conocimiento. Sus líneas de investigación están asociadas a la integración de las TIC en los procesos educativos, su tesis doctoral hace referencia al aprendizaje del Pensamiento Computacional mediante escenarios de aprendizaje con robótica educativa. Además, es Profesor Colaborador del Grupo GITCE de la Universidad Tecnológica de Panamá. https://orcid.org/0000-0002-7493-6683
E-mail: ycaballero@usal.es

Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso. Catedrática del Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación de la Universidad de Salamanca. Participa de la Red Universitaria de Tecnología Educativa (RUTE), la Asociación de Tecnología Educativa (EDUTEC) y la Red de Innovación Educativa (REUNI+D). Su investigación se ha focalizado en diferentes niveles educativos, explorando la incidencia del desarrollo de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, la formación del profesorado y la evaluación de las competencias digitales de los estudiantes. https://orcid.org/0000-0003-0463-0192
E-mail: anagv@usal.es

Dirección:
Facultad de Educación
Universidad de Salamanca
Paseo de Canalejas, 169
37008, Salamanca

Fecha de recepción del artículo: 14/05/2020
Fecha de aceptación del artículo: 02/09/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 17/09/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

Introducing robotics and block programming in elementary education

(La aplicación de la robótica y programación por bloques en la enseñanza elemental)

José Manuel Sáez López
Rogelio Buceta Otero
Sebastián De Lara García-Cervigón
Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649

How to reference this article:
Sáez-López, J. M., Buceta Otero, R., y De Lara García-Cervigón, S. (2021). Introducing robotics and block programming in elementary education. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 95-113. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649

Abstract

This study shows the relevance of introducing visual block programming and robotics in primary education. The study describes how robotics are effectively implemented in schools, based on computational concepts and the classroom activities. We describe, apply and present specific resources teachers, who may think of introducing programming and robotics in education must consider. These resources can be adapted to their students' levels and education stages. It is essential to be aware of the resources available and adapt them to students' needs. The analysis involves 107 fifth-grade students in primary education at three schools. The sample of the study was non-probabilistic and intentional. The study is bidimensional. The first dimension is a quasi-experimental design obtaining data from a test. Construct validity was tested by an exploratory factor analysis. The second dimension details the results for four scales previously described: active learning, computational concepts, perceived usefulness and enjoyment. This dimension examines the results of the aforementioned scale, which analyses the pedagogical interactions. Statistically significant improvements were achieved in the understanding of basic computational concepts such as sequences, loops, conditional statements, parallel execution, event handling and use of robotics. Improvements were also noted in didactic interaction, and in greater enjoyment, enthusiasm, efficiency and active participation of students. They also showed stronger motivation, commitment and interest in the process.

Keywords: computational thinking; elementary school; programming languages; teaching skills; technology applications.

Resumen

Este estudio demuestra la importancia de un diseño para la educación que incorpore la programación visual por bloques y la robótica en Educación Primaria. Este estudio describe cómo la robótica se implementa de manera efectiva en las escuelas, basándose en conceptos computacionales y las actividades del aula. Describimos, aplicamos y presentamos varios recursos, los docentes que deseen comenzar a trabajar con la programación y la robótica en la educación deben considerar los recursos requeridos y cómo se pueden adaptar a los niveles y etapas de la educación de sus alumnos. Es fundamental conocer los recursos disponibles y adaptarlos a las necesidades de los discentes. El análisis involucra a 107 estudiantes de quinto curso de educación primaria en tres centros escolares, la muestra fue no probabilística e intencional. La primera dimensión es un diseño cuasi-experimental que obtiene datos de una prueba, la validez de constructo se probó mediante análisis factorial exploratorio. La segunda dimensión detalla los resultados para las cuatro escalas descritas anteriormente: aprendizaje activo, conceptos computacionales, utilidad percibida y disfrute, esta dimensión examina los resultados de la escala antes mencionada que analiza las interacciones pedagógicas. Se lograron mejoras estadísticamente significativas en la comprensión de conceptos computacionales básicos: secuencias, bucles, declaraciones condicionales, ejecución paralela, manejo de eventos y uso de robótica. También se observaron mejoras en la interacción didáctica, y en un mayor disfrute, entusiasmo, eficiencia y participación activa, mostrando los estudiantes una mayor motivación, compromiso e interés en el proceso.

Palabras clave: pensamiento computacional; escuela primaria; programación y lenguajes de programación; habilidades de enseñanza; aplicaciones tecnológicas.

Concepts related to coding, programming, and Computational Thinking

Papert (1980) described constructionism as an educational method that involved "learning by doing", that took account of the student's prior knowledge and experiences, so children learn better when they work with materials that enable them to design and construct meaningful artefacts (Rogers & Portsmore, 2004). This proposition fits with the idea of working with tools such as robots; and constructionist theory posits that children actively construct their intellect and mega-cognitive skills.

Visual block programming enables experimentation with computational methods that contribute to problem solving, hence active approaches become increasingly important in the educational processes, fostering the development of logical thinking skills. Computational thinking is used in problem solving, designing systems and understanding human conduct by applying the fundamental concepts of computing (Wing, 2006).

Programming is not only a fundamental science skill and an essential tool to support the cognitive tasking involved in computational thinking, but also a demonstration of computer competence. These practices could be extremely beneficial if integrated into pedagogical activities to improve logic, Maths competence, problem solving and critical thinking.

Programming language based on blocks, also known as drag and drop programming, refers to any program language that allows the user to create programmes by handling graphic elements in programming instead of writing coding in text form. Some well-known examples include Blockly and Scratch.

Studies that have focused on computing and computational thinking in elementary education (Bers, González-González & Armas-Torres, 2019; González-González, 2019; Maya, Pearson, Tapia, Wherfel & Reese, 2015; Moreno, Robles, Román & Rodríguez, 2019; Sáez-López, Román-González & Vázquez-Cano, 2016; Sáez-López, 2019; Sengupta, Kinnebrew, Basu, Biswas & Clark, 2013; Wilson & Moffat, 2010), emphasise the positive results of computing (Baytak & Land, 2011, Kwon, Kim, Shim & Lee, 2012; Lambert & Guiffre, 2009; Lin, Yen, Yang & Chen, 2005; Relkin, de Ruiter & Bers, 2020).

Some studies (Sáez-López, Román-González & Vázquez-Cano, 2016; Sáez-López & Sevillano-García, 2017; Sáez-López, 2019; Sáez-López, Sevillano-García & Vázquez-Cano, 2019) underline the advantages of applying visual block programming in primary education, describing cases in Art classes. In these studies, the students created their own content using Scratch, and a relative increase in commitment, motivation and sense of fun was noted.

These studies highlight student improvements in understanding computational concepts by means of active approaches and project work. The implementation of visual block programming language and active methodologies in education instils enthusiasm, commitment and a sense of fun in students throughout the entire process.

Integrating Robotics

Benitti (2012) drew on empirical evidence to suggest that an effective education in robotics could complement learning in general, and that it had considerable potential at elementary level. These computational practices allow students to write programmes and test them in the form of a robot; simple activities involving movements with wheels, humanoid robots that move their arms and legs, and walk. In primary and secondary education, knowledge of computational concepts can go further, with the introduction of algorithms, variables, conditional statements, loops, parallel execution and event handling. In her meta-study that explored the potential of robotics in school, Benetti reviewed 10 articles published in 2006-2009 that suggest that education in robotics generally improves learning, although this

is not always the case since other studies point to no improvement in learning via robotics.

Lindh & Holgersson (2007) stated that robotics education helps students to learn, using statistical analysis (ANOVA) to suggest that there were no obvious general effects in students' use of Lego although some significant positive effects were noted in subgroups.

Mitnik, Recabarren, Nussbaum & Soto (2009) recognized that students who did activities with robotics achieved a significant increase in their graphic interpretation skills while Spolaôr & Vavassori-Benitti (2017) presented empirical evidence to suggest the efficiency of robotics as a complementary tool to learning.

For their part Mazzoni & Benvenuti (2015) analysed two experimental conditions (boy/girl-boy/girl and boy/girl-robot) and demonstrated the efficiency of the socio-cognitive conflict to improve children's learning of English. Chen, Shen, Barth-Cohen, Jiang, Huan & Eltoukhy (2017) presented an instrument that was applied at a primary school that had adopted a new study plan to include humanoid robotics in fifth grade. The results showed that the instrument contained good psychometric properties, with the potential to present challenges and highlight improvements in students' learning and in their technological competence.

Teachers who wish to begin working with robotics in education must consider the resources required and how they can be adapted to the levels and stages of their students' education. It is essential to be aware of the resources available and adapt them to their students' needs. A categorization of potential resources appears in "Digitalized human environments" coordinated by Cózar & De Moya (2017), which contains a chapter on educational robots and block programming in proposals for using Bee bot and M bot in infant and primary education (Sáez-López & Sevillano-García, 2017).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 95-113.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Table 1. Programmes, applications and robots. Digitalized human environments (Cózar y De Moya, 2017).

Aplicación		Educación Infantil			Educación Primaria					
		3 años	4 años	5 años	1º	2º	3º	4º	5º	6º
Scratchjr	http://www.scratchjr.org	■	■	■	■	■				
Kodable	https://www.kodable.com/	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lightbot	https://lightbot.com/	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Daisy the dinosaur	(//itunes.apple.com/us/app/)	■	■	■	■	■				
The foos	http://thefoos.com/hour-of-code/	■	■	■	■	■				
Code.org	https://code.org/		■	■	■	■	■	■	■	■
Scratch	https://scratch.mit.edu/						■	■	■	■
Blockly/ Blockly games	https://blockly-games.appspot.com/						■	■	■	■
Made with code	https://www.madewithcode.com/						■	■	■	■
Tickle	https://tickleapp.com/						■	■	■	■
Bee bot	https://www.bee-bot.us/	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Dash and dot	https://www.makewonder.com/dash	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ozobot	http://ozobot.com						■	■	■	■
Sphero SPRK	http://www.sphero.com/sphero-sprk						■	■	■	■
M-bot	http://www.makeblock.cc/mbot/						■	■	■	■

On the implementation of computational thinking in various countries, the Computhink Computational Thinking study JRC_UE INTEF (2017) described how some countries such as Austria, Hungry, Israel and Malta had a deeper tradition, greater experience and longer time spent in integrating computational thinking. Other nations want to integrate it as part of their curriculum update or have plans to do so. Germany and Spain, states that are more decentralized than most, have integrated computational thinking across the country to a greater or lesser extent.

Tools to develop programming: M-bot, Dash and Dot, Ozobot, Blockly and Scratch.

The M-bot robot has the great advantage that it can work with visual block programming (http://www.makeblock.cc/mbot/). It can function with makeblock, similar to Scratch 2.0, and is a visual and intuitive language that enables students to experiment with this resource in 3rd and 4th grade in primary education and above.

It is an ideal robot for initiation in robotics, programming and electronics based on Arduino.

Motor skills. Following the example and proposals of Sáez-López & Sevillano-García (2017), they explain the event handling and blocks necessary for giving commands to robot motors. The speed can be 50 (slow), 100 (intermediate) or 255 (fast). In the example, the speed is set at 100. Four events are established, by clicking the arrow on the up, down, left or right keys.

These four events allow the robot's movements to be controlled by the arrows on the keyboard; the robot can be connected by USB, or can function without cables with WiFi or Bluetooth. It is important to consider the speed value. In the example, the speed is set at 100; if we change the value in all the boxes to 50, the robot would move slowly whereas if we alter the value in all the boxes for the four directions to 255, the robot would move more rapidly in all directions.

The Dash & Dot robots help teach the fundamentals of programming on iPhone, iPad and some devices that carry Android (https://www.makewonder.com/dash). The students programme the robots that use the Blockly language; these robots contain sensors and eternal devices such as microphones, speakers, lights and distance sensors. The use the Blockly visual block language means that the possibilities are considerable.

Dash is designed to attract young thinkers with visual coding and self-guided missions. The robot can respond to voice command and interact with objects, and sing and dance. It has various options and applications that we shall describe in more detail later.

Dot aims to inspire young people with its proposals and manual arts projects, with self-guided coding challenges, disguises and accessories. This robot contains multiple sensors and offers manual arts and creativity project. Students can learn robotics, coding and problem solving with Dot projects, creating and gaming throughout the entire process. Both devices have a series of apps on Android and IOS.

- Go: this app could be used as the first step to introduce users to the full potential of Dash. Dash can be handled and moved with total control of movements and turns. It can experiment with lights, sounds, sensors, movements, even with robot blinking. Go demonstrates the basic controls of Dash and Dot.
- Path (only with Dash): Path starts children off on the fundamentals of robotics and coding before they can read. By drawing a route on their tablet or smart phone, children can send Dash along particular pathways using code. These pathways are situated in cities or on a farm. Special skills practice, sounds and animation can be unveiled as the children progress in their handling of the app. Challenges can be set and obstacle courses created to test the children.
- Wonder: this is a coding language based on images created for children; in this way, they can create detailed behaviours for Dash using smart phones and tablets

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 95-113.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

in order to handle their own gadgets and robots more skilfully in the real world. Wonder is visual and intuitive, and allows students to design behaviours and interactions for the Dash robot by creating sequences and intuitive instructions.

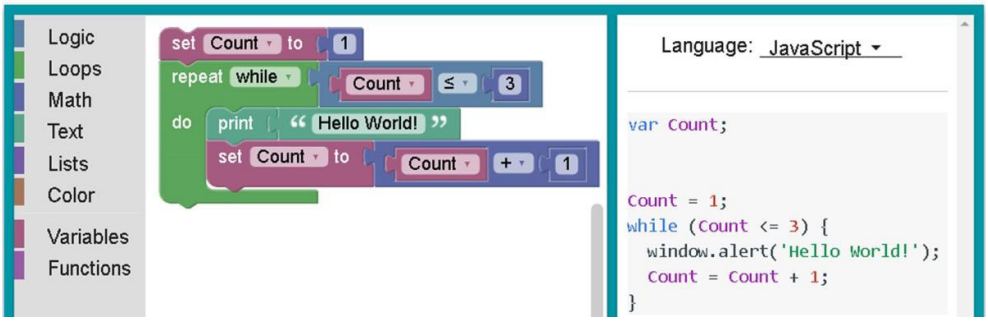
- Xylo: Dash can be programmed to interpret music with the Xylo app and the Xylophone accessory. This enables students to programme Dash to play a favourite song or create their own songs. Xylo introduces the children to programming via music and games, allowing them to compose and interpret; this way they can work with algorithms, command sequences and loops.
- Blockly: this presents advanced coding concepts through fun projects and puzzles. It allows students to work with computational concepts, exploring variables, event handling, conditional statements, loops and sequences. Blockly is a visual block programming tool that enables students to drag and drop blocks in the interface. It works with fundamental programming concepts: algorithm design, sequences, conditional statements and loops; it also works with sensors, event handling and problem solving.

Another interesting resource is Ozobot, a small robot whose main mission is to follow lines. Ozobot enables users to enter colour codes , and is an attractive option for introducing robotics programming in the classroom (http://ozobot.com). This robot provides a unique way to programme by reading colour combinations, which makes it simpler and easier to use. This device can also use Blockly in OzoBlockly (an online editor) and later synchronize its robot by placing the colour scanner on the screen. Its use does not require connection since it functions with Bluetooth or cables. Ozobot can draw letters and pathways with different directions, and it has options to encourage the student to think about the correct code to use.

Blockly and Scratch stand out as visual block programming applications. Blockly is a visual block programming app that allows the user to create programmes by logical block adjustment, which is executed online and enables the construction of visual programming editors. It can create programmes by logical block adjustment, with each block representing a fragment of code to be executed by the computer.

It is ideal for users who are starting out in programming, as they can translate their ideas into logical statements without worrying about syntax. With Blockly, like Scratch (which we shall examine later) it is totally impossible to make syntax errors, so there are no errors involving commas or full stops in code writing when dragging the blocks; this enables the user to focus solely on the logic. The app is intuitive, and facilitates participation block connection and experimentation. This app is used on various devices and applications (App Inventor, Code.org, Dash and Dot, and Lego Mindstorms).

Figure 1. The Blockly environment



Blockly Games (https://blockly-games.appspot.com) is a series of seven free activities that allow students to learn computational thinking and acquire basic programming knowledge. The students complete a series of games based on block programming: sequences, conditional statements, loops and equations. It is an excellent introduction for first lessons in coding for 3rd and 4th grade students in primary education, and throughout that stage as the level of complexity progressively increases as they learn.

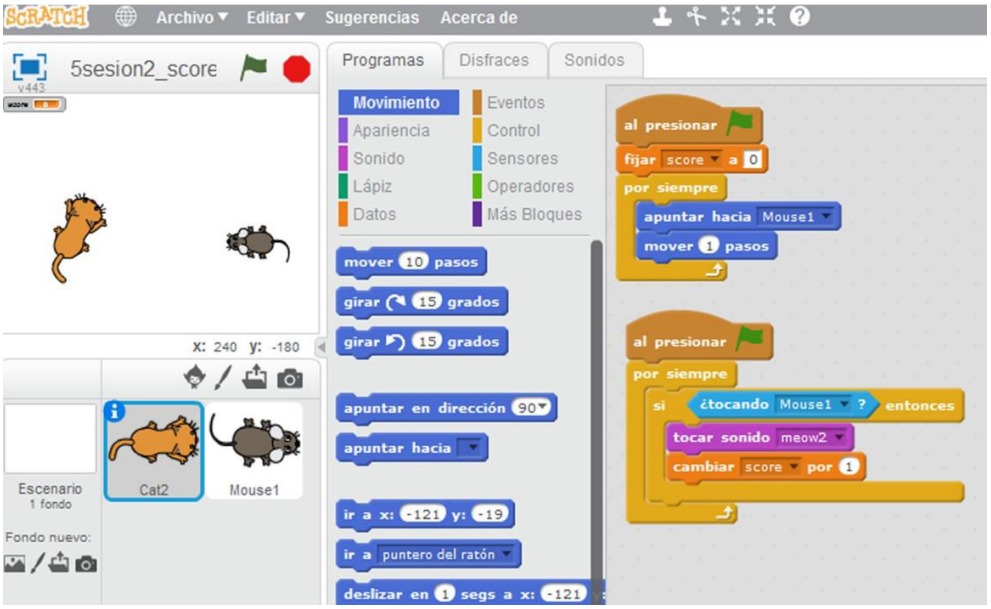
One fundamental option in block programming languages is Scratch, which is a visual block programming language created by the Lifelong Kindergarten group at the MIT Media Lab. It enables youngsters to control actions and interactions, and create their own interactive stories, games and simulations, which they can then share an online with a community of other young programmers from around the world.

The Scratch visual block programming environment (here we analyse the 2.0 version) offers considerable advantages in terms of language, which aims to provide newcomers with an introduction to computing. It enables users to handle graph blocks to compose simple programmes that allow them to create games and interactive stories.

Scratch programming has more than 100 block programmes grouped in eight categories (movement, appearance, sound, pencil, control, sensors, operators and variables). This programming suite allows young users to create their own interactive stories, games and simulations, which they can then share online with a community of other "programmers" worldwide. The students can programme and share interactive media such as stories, games and animation.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 95-113.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Figure 2. The Scratch environment. Example: https://www.youtube.com/watch?v=RVl4TL-o2YA



Scratch encourages children to learn to think creatively and collaboratively. Coding in this interface is easier to handle than traditional language programming since the children play and interact with colour blocks to create command sequences.

This proposal is based on constructivist learning ideas and the "LOGO" project (Papert, 1980). Teachers and students perceive programming to be very complicated due to the highly abstract nature of programming concepts. The creators of Scratch (Resnick et al., 2009) believe that it is possible to incorporate different types of projects within various contexts using a programming language that is fun, meaningful and social. Papert (1980) argued that programming languages should have a "low floor" (easy initiation) and a "high ceiling" (complex projects).

The aim of Scratch is to enable students to use programming concepts by means of a visual intuitive language to situate different coloured blocks and apply commands to make a product. "The Scratch programming system helps users to create intuitions about computer programming because they create projects around issues of interest to the students (Maloney, Resnick, Rusk, Silverman & Eastmong, 2010).

Brennan and Resnick (2012) describe some basic computational concepts:

- Sequences: to create a programme in Scratch, the user needs to think systematically about the order of each step.

- Looping: "Always" and "Repetition" can be used for iteration (repetition of a series of instructions).
- The conditional statement: "If" and "If-If Not" allows the user to check whether there is a condition.
- Threads (parallel execution): The start of two simultaneous actions creates two independent threads that are executed in parallel.
- Event handling: For example, actions that are executed by pressing a key and clicking on an object.
- User interface design: For example, the use of objects to create buttons.
- Keyboard input: some blocks can request the user to write and interact.

Objectives

The main objective of this study is to assess the potential of robotics in primary education with the use of devices that apply visual block programming. The specific objectives are:

- To assess the assimilation of basic computational concepts through visual programming.
- To assess the level of student motivation, commitment and participation.
- To analyse problem solving with the integration of programming and robotics in pedagogical practice.

METHOD

This study used a mix of complementary methods based on an array of data and instruments (table 2). Dimension 1 applied a quasi-experimental design, analysing Student T-test data, and evaluating the results from the test of visual blocks and robotics (TVBR). Dimension 2 details the results obtained from a four-part scale, which will be described in detail.

Table 2. Dimensions, indicators and instruments

Dimensions	Indicators	Instruments
1. Computational concepts and practices	Sequence Iteration (Looping) Conditional Statements Threads (Parallel Execution) Event Handling Robot programming	Test of visual blocks and robotics (TVBR) Descriptive analysis Student T-test

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 95-113.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Dimensions	Indicators	Instruments
2. Pedagogical interactions	Active learning Computational concepts Perceived usefulness Enjoyment	Scale Descriptive analysis Mann-Whitney U-Test

Participants

The study sample was formed of 107 fifth-grade primary school students attending three schools in the Autonomous Community of Castilla-La Mancha in Spain. The total number of fifth-grade primary education students attending state schools of this region is 17,494. The sample was non-probabilistic and intentional. The experimental group was formed of 45.8% girls and 54.2% boys. Normality was assumed based on sample size and the Kolmogorov-Smirnov test scores. The control group consisted of 38 students, from two classes in the same three educational centres.

Instruments and reliability

The intervention, or field work, was developed during academic year 2016-17; the students in the experimental group studied a didactic unit in Sciences using programming and robotics to work through content and activities that required them to handle robots and visual block programming.

The first dimension measured the TVBR test results using a quasi-experimental method. Construct validity was tested by exploratory factor analysis using the eigenvalue > 1 extraction criterion, and the varimax rotation method. In addition, a 7.36 Cronbach value for reliability is deemed acceptable (Hair, Anderson, Tatham & Black, 1998).

The second dimension analysed the values obtained from the four-part scale.

- Scale 1: the active learning scale containing five questions, designed by Hiltz, Coppola, Rotter, and Turoff (2000).
- Scale 2: computational concepts based on a study by (Sáez-López, Román-González & Vázquez-Cano, 2016).
- Scale 3: perceived usefulness consisting of three questions, adapted from Davis, Bagozzi, and Warshaw (2002).
- Scale 4: enjoyment during the learning activities, which consists of five questions adapted from the scale created by Laros and Steenkamp (2005).

The learning processes and the work with computational concepts were analysed during the intervention. This type of research aims to describe the individual

experience in specific environments. Non-parametric tests were used to measure the ordinal data. The Mann-Whitney U-test was applied in this dimension. The qualitative validity of the content provided by a panel of nine experts scored an Aiken V value (V = S / [n (c-1)]) of more than 0.7 for all items. Therefore, the instrument's relevance and suitability in terms of qualitative validation were acceptable. The construct validity was measured by exploratory factor analysis using the eigenvalue > 1 extraction criterion, and the varimax rotation method. The Cronbach value for reliability was 7.56, which was acceptable.

RESULTS

Dimension 1: Computational concepts and practices

Dimension 1 was based on a quasi-experimental design to compare means by statistical inference using the Student T-test. The pre- and post-test differences were analysed using a paired-samples test. The differences between the control and experimental groups were also analysed.

The Student T-test scores demonstrated that significant improvements had been achieved in the TVBR test results, thus the programme implemented had improved the students' ability to understand computational concepts. The post-test values provided data obtained after the intervention, which underlined the statistically significant differences mentioned (0.000) to a significance level of 99% in the paired samples. In short there are significant improvements regarding computational concepts, as demonstrated in table 3.

Table 3. Paired differences. Related samples. Student T-test

	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Upper α =99%	Lower α =99%	T	df	Sig
Pre-test-Post-test	-1.112	1.376	.133	-.461	-.763	-8.361	106	**.000**

In the comparison of means between the control and experimental groups, the Maths test mean seemed to improve considerably (7.45), while the means for the Science test remained at around 6.7, with no apparent differences (table 4).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 95-113.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Table 4. Group statistics. Control and experimental group.

		N	Mean	Std. Dev	Std. Error mean
TVBR-Post-test	Experimental group	107	7.30	1.312	.127
	Control group	38	6.63	1.076	.175

Comparing the control and experimental groups, the homogeneity of the variances is confirmed by Levene's test, and homoscedascity is assumed in the Maths test (0.267). Based on these values, the p-value in the TVBR test attained a significance of (0.00) to a level of significance of 99%. Therefore, the research hypothesis is proved and the null hypothesis rejected; there were statistically significant improvements in the application of this test, in the elements measured in this quasi-experimental design.

Dimension 2: Pedagogical interactions.

Dimension 2 details the results for the four scales previously described: active learning, computational concepts, perceived usefulness and enjoyment. Table 7 shows that the material learned and interest in that material scored well in the experimental group, but in the control group, too. Therefore, no statistically significant differences were found in these factors (1.1, 1.2). For active participation (item 1.3), there were statistically significant differences in the experimental group.

In computational concepts, there were statistically significant improvements in the experimental group in all the items (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6): sequences, loops, conditional statements, parallel execution, event handling and robotics. Thus, the application is considered to improve the acquisition of computational concepts considerably.

Regarding perceived usefulness, there were statistically significant improvements in the experimental group in items 3.1 and 3.2, therefore, improvements in efficiency and learning can be appreciated, yet there were no significant improvements in usefulness (item 3.3).

Finally, in terms of enthusiasm, motivation, sense of fun and comfort, there were statistically significant improvements in the experimental group in items (4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

In all cases, there were evident statistically significant improvements in the integration of computational concepts in the unit applied. The control group showed an improvement in their understanding of sequences, loops, conditional statements, parallel execution, event handling and use of robotics, as demonstrated by the Mann Whitney U-Test, as well as in other elements related to sense of fun, enthusiasm, active participation and efficiency.

Table 5. Ranges. Mann Whitney U-Test. Statistical comparison. Group variable: control group – experimental group. p <.01, *

	Exp. Group - Control Group	N	Mean Rank	Mann-Whitney U-Test
1.1.- Materials learned	Experimental G	107	73.35	.859
	Control G	38	72.03	
1.2.- Interest in the subject	Experimental G	107	73.76	.688
	Control G	38	70.86	
1.3.- Active participation	Experimental G	107	78.99	**.002***
	Control G	38	56.13	
2.1.- Sequence	Experimental G	107	86.64	**.000***
	Control G	38	34.61	
2.2.- Iteration (Looping)	Experimental G	107	85.14	**.000***
	Control G	38	38.80	
2.3.- Conditional Statements	Experimental G	107	86.07	**.000***
	Control G	38	36.18	
2.4.- Parallel Execution	Experimental G	107	86.96	**.000***
	Control G	38	33.68	
2.5.- Event Handling	Experimental G	107	86.04	**.000***
	Control G	38	36.29	
2.6.- Robot programming	Experimental G	107	88.41	**.000***
	Control G	38	29.62	
3.1.- Efficiency	Experimental G	107	87.01	**.000***
	Control G	38	33.54	
3.2.- Learning performance	Experimental G	107	87.00	**.000***
	Control G	38	33.59	
3.3.- Useful	Experimental G	107	73.87	.649
	Control G	38	70.55	
4.1- Enthusiasm	Experimental G	107	80.41	**.000***
	Control G	38	52.14	
4.2.- Motivation	Experimental G	107	89.03	**.000***
	Control G	38	27.87	
4.3.- Sense of Fun	Experimental G	107	89.19	**.000***
	Control G	38	27.41	
4.4.- Comfort	Experimental G	107	88.63	**.000***
	Control G	38	28.99	

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 95-113.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

CONCLUSIONS

This study analysed 107 fifth-grade primary school students who worked on content in Science using robotics and a visual block programming language. Using different techniques and analysis instruments, the implementation of programming and robotics was described in detail as achieving progress in Maths, computational concepts and classroom interaction. Based on the data analysis, this investigation's conclusions are:

1. Statistically significant improvements were achieved in computational concepts in programming and robotics (dimension 1, Student T-test, tables 3 and 4).
2. Positive results observed especially in programming with robots, work with sequences, loops, conditional statements and, in particular, robotics (dimension 2, table 5)
3. Work with computational concepts when programming improved significantly as the unit was implemented. Statistically significant improvements were observed in sequences, loops, conditional statements, parallelism, event handling and robotics (dimension 2, table 5, items 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6).
4. In these practices, students showed enthusiasm, motivation, a sense of fun and actively participated (dimension 2, table 5, items 1.3, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).
5. There was a sense of perceived usefulness in the experimental group, with the observation of improvements in efficiency and learning (dimension 3, table 3, items 3.1 and 3.2).

Statistically significant improvements are evident in the integration of computational concepts in the unit applied. There is an improvement in the control group's understanding of sequences, loops, conditional statements, parallel execution, event handling and use of robotics, as the Mann Whitney U-Test results show, as well as in other elements such as a sense of fun, enthusiasm, active participation and efficiency.

The conclusions drawn from this study are that there is a clear improvement in the grasp of computational concepts at work in the media and resources used in robotics and visual block programming; this originates in approaches centred on methods to stimulate active participation, with the result that students show greater motivation, commitment, a sense of fun and interest in the process.

These conclusions are a recommendation to the appropriate authorities to implement robotics and programming in primary education contexts. Increased student motivation, a sense of fun, enthusiasm and participation resulting from this pedagogical approach underlines the relevance and suitability of the practices described in this article. The students are totally in favour of this pedagogical design, as results for perceived usefulness and active learning offered by this approach reveal.

The literature review found studies that promoted the inclusion of programming and robotics in the school curriculum, describing their benefits in terms of motivation, commitment and problem solving. On the other hand, some investigations underlined the problems in implementing robotics and programming in schools, as the application of both in Sciences showed in this study. Future research should analyse these obstacles, which could relate to attitudes, teacher training and logistical problems and the school resources available.

Several studies have found positive results in the implementation of computing and information technology in schools (Lambert & Guiffre, 2009; Lin, Yen, Yang & Chen, 2005) and discovered an increase in skills related to computational concepts (Baytak & Land, 2011; Kwon, Kim, Shim & Lee, 2012). And while Maya et al. (2015) described how teachers were initially sceptical about computing in education, in their investigation of teaching practices, in the end they found Scratch to be a valuable teaching option.

Some researchers who have focused on computing in primary schools (Maya, Pearson, Tapia, Wherfel & Reese, 2015) point to growing evidence of support for integrating computing in education in the various school stages (K-12) although some students reject computing as boring, confusing and too hard to handle (Wilson & Moffat, 2010).

Visual programming can be used to solve a range of problems as this can be done in a simple, fun and intuitive setting. Visual block programming has the advantage of being intuitive and easy to handle, and prevents the user from receiving error messages, which is encouraging for students who are new to programming and helps them avoid the problems and difficulties that can arise when using programming languages in text (Wilson & Moffat, 2010).

The advantages of educational approaches with robotics that fit with the theoretical framework presented here are that they can be operated to function within real life contexts to resolve all types of problems and situations. This amounts to a new alphabetization in the use of technologies, block coding in this case, and the clear development of digital competence in young students.

REFERENCES

Baytak, A., & Land, S. M. (2011). An investigation of the artifacts and process of constructing computer games about environmental science in a fifth-grade classroom. *Educational Technology Research and Development, 59*, 765-782. https://doi.org/10.1007/s11423-010-9184-z

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education, 58*, 978-988. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006

Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education, 138*, 130-145. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*. Vancouver, BC, Canada.

Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education, 109*, 162-175. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001

Computer Science Teachers Association (2003). http://csta.acm.org

Cózar, R., y De Moya, M. del V. (Eds.). (2017). *Entornos humanos digitalizados: experiencias TIC en escenarios educativos*. Madrid: Síntesis.

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (2002). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science, 35*(8), 982-1003. https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982

González-González, C. S. (2019). State of the art in the teaching of computational thinking and programming in childhood education. *Education in the Knowledge Society, 20*, 1-15. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17

Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998*). Multivariate data analysis. (*5th ed). Upper Saddle River. Prentice Hall.

Hiltz, S. R., Coppola, N., Rotter, N., & Turoff, M. (2000). Measuring the importance of collaborative learning for the effectiveness of ALN: a multi-measure, multi-method approach. *Journal of Asynchronous Learning Networks, 4*(2), 103-125. https://doi.org/10.24059/olj.v4i2.1904

INTEF (2017). El Pensamiento Computacional en la Enseñanza Obligatoria (Computhink). https://intef.es/wp-content/uploads/2017/02/2017_0206_CompuThink_JRC_UE-INTEF.pdf

Kwon, D. Y., Kim, H. S., Shim, J. K., & Lee, W. G. (2012). Algorithmic bricks: a tangible robot programming tool for elementary school students. *Education, IEEE Transactions, 55*(4), 474-479. https://doi.org/10.1109/TE.2012.2190071

Lambert, L., & Guiffre, H. (2009). Computer science outreach in an elementary school. *Journal of Computing Sciences in Colleges, 24*(3), 118-124.

Laros, F. J. M., & Steenkamp, J.-B. E. M. (2005). Emotions in consumer behavior: a hierarchical approach. *Journal of Business Research, 58*(10), 1437-1445. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2003.09.013

Lin, J. M. C., Yen, L. Y., Yang, M. C., & Chen, C. F. (2005). Teaching computer programming in elementary schools: a pilot study. In National educational computing conference.

Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does Lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education, 49*(4), 1097-1111. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.12.008

Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmong, E. (2010). The Scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education, 10*(4), 1-15. https://doi.org/10.1145/1868358.1868363

Maya, I., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., & Reese, G. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: a cross-case qualitative analysis. *Computers & Education, 82*, 263-279. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.022

Mazzoni, E., & Benvenuti, M. (2015). A Robot-Partner for Preschool Children Learning English Using Socio-Cognitive Conflict. *Educational Technology & Society, 18*(4), 474-485.

Mitnik, R., Recabarren, M., Nussbaum, M., & Soto, A. (2009). Collaborative

Robotic Instruction: A Graph Teaching Experience. *Computers & Education, 53*(2), 330-342. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.010

Moreno, J., Robles, G., Román, M., & Rodríguez, J. D. (2019). Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa, 7*. https://doi.org/10.6018/riite.397151

Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Relkin, E., de Ruiter., L., & Bers, M. U. (2020). TechCheck: Development and Validation of an Unplugged Assessment of Computational Thinking in Early Childhood Education. *Journal of Science Education and Technology, 29*, 482-498. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09831-x

Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing Engineering to Elementary School. *Journal of STEM Education, 5*, 17-28.

Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school. A two year case study using scratch in five schools. *Computers & Education, 97*, 129-141. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003

Sáez-López, J. M., & Sevillano-García, M. L. (2017). Sensors, programming and devices in art education sessions. One case in the context of primary education. *Culture and Education, 29*(2), 350-384. https://doi.org/10.1080/11356405.2017.1305075

Sáez-López, J. M. (2019). *Programación y Robótica en Educación Infantil, Primaria y Secundaria*. Editorial UNED.

Sáez-López, J. M., Sevillano-García, M. L., & Pascual-Sevillano, M. A. (2019). Aplicación del juego ubicuo con realidad aumentada en Educación Primaria. *Comunicar, 61* (XXVII), 71-82. https://doi.org/10.3916/C61-2019-06

Sáez-López, J. M., Sevillano-García, M. L., & Vázquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Educational Technology Research and Development, 67*(6), 1405-1425. https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5

Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: a theoretical framework. *Education and Information Technologies, 18*, 351-380. https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x

Spolaôr, N., & Vavassori-Benitti, F.B. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education, 112,* 97-107. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.001

Wilson, A., & Moffat, D. C. (2010). Evaluating Scratch to introduce younger school children to programming. In Proceedings of the 22nd Annual Psychology of Programming Interest Group Universidad Carlos III de Madrid, Leganes, Spain.

Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

José Manuel Sáez López. Profesor contratado doctor en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) España. Su trabajo científico y

académico ha sido publicado en 47 revistas revisadas por pares (6 JCR y 11 Scopus). Sus líneas de investigación son la integración de la tecnología educativa, estrategias metodológicas, ludificación y programación en el aula. Está acreditado como "Profesor contratado Doctor" por la Agencia Nacional de Calidad y Acreditación de España. Ha sido reconocido como Microsoft Expert Educator 2014 y Microsoft Innovative Expert 2015. https://orcid.org/0000-0001-5938-1547
E-mail: jmsaezlopez@edu.uned.es

Dirección:
Dpto. Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Especiales.
Facultad de Educación–UNED
C/ Juan del Rosal, 14. Despacho 2.08.
28040 Madrid (España)

Rogelio Buceta Otero. Doctorando en la Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED (España). Profesor de Enseñanza Secundaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Trabajando la robótica educativa y el uso del M-bot en las matemáticas, en la etapa de Educación Secundaria, los ejes de coordenadas cartesianas y las aplicaciones educativas de M Block
E-mail: bucetaotero@hotmail.com

Sebastián De Lara García-Cervigón. Doctorando en la Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED (España). Trabajando la fundamentación y análisis de las aplicaciones educativas de la robótica en la enseñanza elemental. Maestro de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.
E-mail: sebasdelara@gmail.com

Fecha de recepción del artículo: 05/06/2020
Fecha de aceptación del artículo: 19/08/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 17/09/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

Combinando Impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje

(Combining 3D printing and electronics as a strategy for improving the learning experience)

Juan Suardíaz Muro
Mario Pérez Gomáriz
Andrés Cabrera Lozoya
René Ove Do Carmo Trolle
Universidad Politécnica de Cartagena, UPCT (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596

Cómo referenciar este artículo:
Suardíaz Muro, J., Pérez Gomáriz, M., Cabrera Lozoya, A., y Do Carmo Trolle, R. O., V. (2021). Combinando Impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp.115-135. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596

Resumen

En la actualidad, la impresión 3D se ha convertido en una tecnología que ha creado un nuevo paradigma de comunidades de aprendizaje, constituyendo una cultura o subcultura contemporánea, denominada coloquialmente como "cultura *maker*", la cual puede considerarse como una extensión de la cultura DIY (*Do It Yourself* o hágalo usted mismo). Se trata de una nueva cultura basada en la tecnología y en el uso de herramientas que ha tenido gran aceptación en campos diversos como la ingeniería, medicina, arquitectura y artesanía. El presente artículo muestra una experiencia de integración de aprendizaje de Impresión 3D con electrónica dentro del currículo de la titulación de Ingeniería Industrial, especialidad en Mecánica. Para ello se ha utilizado la metodología de Aprendizaje Basado en Servicio. Se ha localizado una posible necesidad social y, a partir de esta necesidad se ha propuesto el diseño de una solución por parte de los alumnos. El ejemplo seleccionado ha sido el desarrollo de una mano robótica capaz de comunicarse mediante el lenguaje de signos. Con este trabajo los alumnos han reforzado sus conocimientos de modelado 3D utilizando el software de modelado Solid Works, así como sus conocimientos de electrónica, teniendo que desarrollar el sistema de control de los motores de las articulaciones de la mano usando un sistema basado en el popular microcontrolador Arduino.

Palabras clave: impresión 3D; arduino; aprendizaje basado en servicio; electrónica; robótica.

Abstract

Today, 3D printing has become a technology that has created a new paradigm of learning communities, constituting a contemporary culture or subculture, colloquially known as "maker culture", which can be considered an extension of DIY (Do It Yourself) culture. It is a new culture based on technology and the use of tools that has been widely accepted in diverse fields such as medicine, architecture and handicraft. This article shows an experience of integration of learning of 3D printing with electronics within the curriculum of the Industrial Engineering degree, specialty in Mechanics. The methodology of Service Based Learning has been used for this purpose. A possible social need has been identified and, based on this need, the design of a solution by the students has been proposed. The selected example has been the development of a robotic hand capable of communicating through sign language. With this work the students have reinforced their knowledge of 3D modelling using the software Solid Works, as well as their knowledge of electronics, having to develop the control system for the motors of the hand's joints using a system based on the popular microcontroller Arduino.

Keywords: 3D printing; arduino; service based learning; electronics; robotics.

Las impresoras 3D son dispositivos capaces de crear objetos tridimensionales a partir de un modelo diseñado con ordenador mediante programas CAD (*Computer Aided Design* o diseño asistido por computadora).

El origen histórico de esta tecnología se puede considerar que se remonta a 1984. Es en este año cuando, tomando como base la tecnología desarrollada en 1976 de impresión por inyección de tinta (2D), se inician las primeras experiencias orientadas a realizar impresión tridimensional. Se atribuye la invención de la tecnología a Charles Hull, quien marcó el germen de inicio con el desarrollo de la patente denominada "*Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography*" (Hull, 1984) y fundó la empresa 3D Systems.

Escobar (2018) marca como hitos más relevantes en la evolución histórica de esta tecnología los siguientes:

- 1992. Fabricación de prototipos capa por capa, realizados por la empresa 3D Systems, donde un fotopolímero que se va depositando es endurecido mediante luz ultravioleta.
- 1999. Nuevos avances en medicina al crear órganos artificiales mediante impresión 3D. Se trata de la primera aplicación médica de esta tecnología, en la que científicos del Instituto de Wake Forest de Medicina Regenerativa diseñan con impresión 3D una vejiga artificial que se recubre con células del paciente con objeto de evitar el rechazo.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 115-135.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

- 2002. Un riñón 3D plenamente funcional, realizado también por científicos del Instituto de Wake Forest de Medicina Regenerativa.
- 2005. Open-source colabora con la impresión 3D. Se produce un punto de inflexión en el avance de esta tecnología cuando surge la iniciativa de la creación y lanzamiento de ReRaP, un proyecto de código abierto con la finalidad de crear una impresora capaz de imprimir la mayoría de sus propios componentes.
- 2006. El SLS y la personalización en la fabricación en masa. SLS se corresponde con las siglas de Sintetización por Láser Selectivo, un proceso por el cual un láser va fundiendo el material usado para la impresión. Durante este año también se produjo una máquina que permitía imprimir en múltiples materiales, entre los que se incluyen polímeros y elastómeros.
- 2008. Aparece la primera impresora con capacidad de auto réplica. Como resultado de la iniciativa ReRap surge Darwin, la primera impresora que es capaz de imprimir la mayoría de sus componentes. De esta forma un usuario podría reparar componentes de su propia impresora y usar una para fabricar otras.
- 2008. Shapeways lanza una página que permite compartir diseños en 3D como objetos físicos de bajo coste a artistas, arquitectos y diseñadores. Se crea así una comunidad de usuarios de impresoras que intercambian diseños e ideas, acelerando su inclusión en el mercado.
- 2008. Presentación de la primera persona caminando sobre una prótesis de pierna impresa en 3D sin necesitar ningún tipo de montaje.
- 2009. Los kits de impresoras 3D DIY entran en el mercado. La empresa MakerBot introduce los primeros kits de impresoras para montarse uno mismo.
- 2011. Primer avión impreso en 3D, construido en la universidad de Southampton. Se trataba de un modelo no tripulado, impreso durante 7 días y con un coste asociado de 7.000 euros.
- 2011. Primer coche impreso en 3D. Inspirado por reducir peso y aumentar la eficiencia energética, la empresa Kor Ecologic presenta Urbee, un prototipo de coche en el que toda su carrocería fue diseñada e impresa en 3D.

Gracias a toda esta evolución y demostración de capacidades, a lo largo de los últimos años, la impresión 3D ha despertado un interés con un crecimiento exponencial. Una noticia publicada por la plataforma Universia en diciembre de 2019 (Universia, 2019) considera la figura del impresor 3D como uno de los trabajos del futuro, ya que esta tecnología ha creado una serie de nichos de mercado importantes para profesionales formados en esta técnica. Según resalta esta plataforma, algunos de los sectores más afines para el uso de esta tecnología son:

- Ingeniería: donde se podrá utilizar la impresión de piezas en la reposición o sustitución en tareas de mantenimiento, o en el diseño de maquetas o prototipos.
- Arquitectura: permitiendo a los profesionales crear maquetas que aporten valor añadido, o incluso a usarla como material de construcción, habiendo ya algunas

iniciativas, aún incipientes, en lo que se refiere a construcción de edificios utilizando enormes impresoras 3D que proyectan hormigón.
- Medicina: posibilita a doctores, veterinarios u odontólogos la impresión de prótesis a medida y donde hay una línea de investigación puntera en lo referente a la impresión de órganos utilizando materiales biocompatibles.
- Arte y Moda: presentando un uso destacado de impresoras 3D en el diseño de calzados, joyas, prendas, etc.
- Investigación Espacial: en vez de tener que trasladar al espacio, con el coste adicional de combustible asociado al excedente de peso que ello supone, un repertorio extenso de piezas de repuesto, la NASA está trabajando actualmente en iniciativas que usen este tipo de impresión para crear en el propio espacio el repuesto que sea necesario en cada momento.

Son varias las iniciativas dedicadas a combinar el uso de la impresión 3D en el campo de la innovación educativa, tanto a nivel de educación pre-universitaria como universitaria (Bosqué 2015; Bull et al., 2015; Beltrán y Rodríguez, 2017; Moeck et al., 2019). Así, por ejemplo, en Dahle (2018) y Dahle et al. (2019) se presentan varias iniciativas en las que se utiliza esta tecnología en la docencia sobre fabricación y simulación de dispositivos MEMs. En el campo de la robótica, resulta una buena combinación en asignaturas en las que se quieran practicar de forma conjunta conceptos de diseño mecánico, programación y electrónica, utilizándose para diseñar robots a medida que los estudiantes diseñan y controlan (González-Gómez et al., 2012; Yu et al., 2017; Moreno et al., 2016). Domínguez et al. (2013) describen los beneficios de usarla en la docencia en arquitectura, donde los alumnos pueden plasmar y pasar del plano a la realidad las construcciones que diseñan. Dentro de este campo, Buswell et al. (2018) presentan un sistema en el que se fabrica una impresora 3D de gran tamaño, capaz de usar cemento como material de fabricación, sentando así las bases de impresoras robóticas capaces de fabricar edificios u otro tipo de estructuras civiles como puentes, si bien es un campo en el que aún queda camino por recorrer. También se han propuesto iniciativas docentes con el objeto de crear nuevas formas de potenciar y desarrollar la creatividad en el ámbito de las escuelas de Arte (Bonet et al., 2017) y en aplicaciones de diseño industrial (Bull et al., 2015). Otro ámbito de aplicación en la que también está obteniendo buenos resultados es el campo de la química (Pinger, Geiger y Spence, 2019; Pernaa y Wiedmer, 2019), donde se utiliza para imprimir las moléculas o los átomos que constituyen diferentes compuestos y poder entender la disposición de sus enlaces u orbitales moleculares. También hay experiencias en el campo de la cristalografía, con objeto de reproducir a escala modelos cristalográficos asociados al crecimiento de diferentes tipos de minerales (Brannon et al., 2020; Murrey 2019). Uno de los ámbitos en los que cada vez se encuentra más integrada es en docencia de la medicina (Heinze et al., 2020; Osakwe et al., 2019; Reymus et al., 2019; Mullan y Carter, 2020), pues no hay que olvidar que, tal y como se ha comentado anteriormente, varios de los hitos asociados

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 115-135.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

a su evolución histórica han estado muy unidos a desarrollos y aplicaciones en este campo. En el campo de la Geología y Paleontología se ha utilizado para mejorar el aprendizaje sobre conceptos asociados a terremotos (Kyriakopoulos, 2019) o para enseñar sobre procedimientos de fosilización (Johnson y Carter, 2019; Peterson y Krippner, 2019). La Biología también se ha beneficiado, aplicándolo a representación de células, esqueletos de vertebrados, reproducción de partes de plantas o animales (Hansen et al., 2020; Benjamin, 2020). Incluso un campo tan abstracto como es el de las matemáticas no ha escapado a iniciativas docentes que utilizan esta tecnología. Así, Dilling y Witzke (2020) describen una iniciativa donde la impresión 3D es utilizada para asentar conocimientos sobre derivadas y funciones; u otras similares, como la de Reichenberger et al. (2019), orientada al aprendizaje matemático de poliedros y superficies.

En cuanto al proceso de formación y aprendizaje del uso de esta tecnología, si bien hay ciertas dificultades para conseguir un nivel de aprendizaje avanzado, para alcanzar un nivel básico en el que se puedan desarrollar los primeros prototipos no se requiere una curva de aprendizaje excesivamente larga.

A modo de resumen, el proceso de formación requerido para capacitarse en esta tecnología requeriría de las siguientes fases:

1. Introducción a la Fabricación Aditiva. En esta fase se aprenderían las bases de lo que sería la fabricación aditiva, su concepto y los materiales utilizados. Se estudiarían los diferentes tipos de impresoras, así como los tipos de filamentos y materiales de los que están hechos. En la actualidad, existen diferentes tipos de filamentos, permitiendo imprimir con apariencia de madera, piedra, bronce y hasta es posible imprimir chocolates y golosinas.
2. Aprendizaje de un software para el modelado tridimensional. Para poder imprimir un objeto 3D antes hay que definir, crear y modelar el objeto. Para ello existen diversos programas, unos gratuitos y otros comerciales, que permiten realizar esta labor. El objetivo final es generar un fichero STL. No está muy claro el verdadero significado de esta extensión. El más aceptado es *STereoLitograpy*, debido a que fue esta tecnología la primera en adoptar el formato. Otros significados comunes son el de "*Standard Triangle Language*" o "*Standard Tessellation Language*". Se trata de un formato de diseño asistido por computadora (CAD), de tipo binario o ASCII, que define la geometría de objetos en 3D, excluyendo información como el color, las texturas y otras propiedades físicas que sí incluyen otros formatos CAD. La principal ventaja de esta fase es que en muchas escuelas de ingeniería ya se enseña software de dibujo y modelado, por lo que el alumno habitualmente ya tiene esta competencia adquirida y solamente hace falta explicarle cómo generar el fichero con extensión STL a partir del software de modelado al que esté habituado a utilizar.
3. Para imprimir un objeto 3D, la fabricación aditiva lo que hace es "cortar" el objeto en capas o rodajas (*slices* en inglés) y la impresora, partiendo de la base

del objeto, va creando cada capa depositando el material de filamento que sale fundido por la denominada boquilla extrusionadora de la impresora. Para que el dispositivo pueda realizar esta tarea, es necesario un programa adicional, denominado '*slicer*', que toma como entrada el fichero STL y va generando las diferentes capas que la impresora va creando durante el proceso de impresión. El resultado del '*slicer*' es un fichero denominado G-Code que genera información útil para la impresora, que sólo entiende de datos asociados a movimientos a determinadas coordenadas tridimensionales X, Y, Z y expulsar cierta cantidad de material en esa posición. Es decir, para cada una de las capas o rodajas creadas, este software calcula los movimientos que debe hacer el cabezal para rellenar cada área. En cierta forma, el '*slicer*' es el equivalente del programa CAM (*Computer Aided Manufacturing*) de las máquinas CNC tradicionales.

Para realizar su trabajo, el '*slicer*' tiene en cuenta una gran cantidad de parámetros: velocidad, temperatura, los parámetros de la máquina, dimensiones máximas, y de material. Si bien, lo habitual es que vengan cargados una serie de valores por defecto que permiten poder realizar una impresión satisfactoria sin excesiva dificultad, saber entender y configurar de forma experta estos parámetros no es tarea trivial y, de forma similar a los antiguos artesanos, cuanta más experiencia y pericia tenga el diseñador en el uso de estos parámetros, mejores saldrán las calidades y resultados de las impresiones finales.

4. Finalmente, el fichero G-Code se carga en la impresora 3D, encargada de realizar el proceso final de impresión. Para ello, la impresora toma el filamento, enrollado en un carrete ubicado en su extremo superior, y lo va derritiendo en el cabezal extrusor a una temperatura de entre 180º y 220 grados. Con el plástico fundido, la máquina crea una capa; se eleva unas décimas de milímetro y pinta una nueva capa, continuando de forma sucesiva hasta finalizar la impresión del objeto de acuerdo con el plano inicial. Para realizar esta serie de movimientos, la impresora dispone de una serie de motores y tornillos sin fin. En este proceso también hay que configurar una gran cantidad de parámetros, como las velocidades a las que debe llegar el cabezal en cada punto o las temperaturas a la que se debe calentar el filamento, entre otros. Una vez más, es habitual que el software establezca una serie de valores por defecto a estos parámetros y comprender y dominar la totalidad de estos parámetros de configuración requiere tiempo y es muy dependiente del modelo de impresora utilizado.

No es de extrañar entonces que una formación en este tipo de tecnología sea de interés para el futuro ingeniero. El caso aquí expuesto se corresponde con la docencia reglada en la titulación de Grado en Ingeniería Mecánica. El currículo asociado presenta una asignatura de Expresión Gráfica, donde se imparten conocimientos de modelado en 3D utilizando el entorno de desarrollo Solid Works y una asignatura de Fundamentos de Electrónica Industrial, donde se imparten conocimientos de electrónica analógica y digital. La experiencia se enmarca en el desarrollo de un

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 115-135.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

trabajo conjunto, realizado de forma colaborativa con un grupo de 3 compañeros, donde se trabajan y refuerzan los conocimientos adquiridos en ambas asignaturas. Para ello, se ha utilizado la metodología de Aprendizaje Basado en Servicio.

MARCO DE LA EXPERIENCIA

Esta experiencia se desarrolla tratando de combinar el uso de nuevas tecnologías incipiente con la metodología de Aprendizaje por Servicio (ApS), la cual surgió en 1903 en la Universidad de Cincinnati como un movimiento de educación cooperativa, donde el trabajo, el servicio y el aprendizaje se integran de manera conectada. Las bases intelectuales de esta metodología fueron planteadas por John Dewey en el año 1905, aunque en ese momento no se definía directamente con este término (Arratia Figueroa, 2008).

El término ApS se incorpora en el año 1966 cuando se utiliza la frase "aprendizaje por servicio" para definir esta metodología que incluye a estudiantes, facultades y organizaciones. También, a finales de los años setenta, Robert Sigmon publicó los "tres principios del aprendizaje de servicio": los que reciben el servicio controlan el servicio prestado, los que reciben el servicio se vuelven más capaces de servir y ser servidos por sus propias acciones, y los que sirven son también sujetos que aprenden y que tienen un control significativo sobre lo que se espera que aprendan (Butin, 2003).

Actualmente, como afirma Roser Batle – una de las principales figuras de referencia de la metodología de aprendizaje del servicio en España – la mejor definición de Aprendizaje - Servicio podría ser la siguiente: "El aprendizaje-servicio es una propuesta educativa que combina los procesos de aprendizaje y el servicio a la comunidad en un único proyecto bien articulado, en el que los participantes se forman involucrándose en las necesidades reales del entorno para mejorarlo" (Batle, 2011, p. 2).

Se trata, pues, de una metodología orientada a la educación para la ciudadanía, inspirada en pedagogías activas y compatible con otras estrategias educativas. El ApS es un método para unir el éxito escolar y el compromiso social: aprender a ser competente y a la vez útil a los demás. Este método permite promover los siguientes tipos de aprendizaje:

- Competencias básicas: activa el ejercicio de todas las competencias del currículo, con énfasis en la competencia social y cívica y la iniciativa y autonomía personal.
- Valores y actitudes prosociales: estimula el esfuerzo, la responsabilidad y el compromiso solidario.
- Habilidades para la vida: Fortalece las habilidades psicosociales y la capacidad de participar en la vida social de manera positiva.

Según Lucas Mangas (2012) y Lucas Mangas y Martínez (2012), los requisitos básicos para la ejecución de proyectos de Aprendizaje de Servicio son:

1. El aprendizaje debe estar asociado al servicio que se pretende prestar, y debe explicar lo que sus protagonistas aprenderán antes, durante y después de su realización.
2. El aprendizaje ayuda a comprender la realidad, a diagnosticar las necesidades, a realizar un servicio de calidad, a revisar la propia acción y a mejorarla en el futuro.
3. El servicio debe ser auténtico y responder a las necesidades reales del entorno con el fin de mejorarlo.
4. El proyecto debe ser educativo, planificado y evaluado por el educador, con una clara intención pedagógica.
5. La participación activa de los alumnos. Sus protagonistas deben ser los que intervengan en las diferentes fases del proyecto, desde la detección de necesidades hasta el diseño de propuestas de mejora.

Por otra parte, durante los últimos años, la nueva tecnología de impresión 3D, combinada con desarrollos electrónicos de bajo coste, se han constituido como piezas claves de lo que se denomina "cultura Maker". Como beneficios de esta cultura se podrían destacar (Head, 2019):

- Permiten la inclusión digital al transformar a los participantes como productores, no sólo como consumidores.
- Fomentan interés por disciplinas STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Maths); adquiriendo así competencias que son clave para la participación en una economía basada en la innovación tecnológica.
- Impulsan la creatividad y la generación de soluciones innovadoras.
- Promueven la exploración como vehículo para el aprendizaje por descubrimiento.
- Permiten el desarrollo de algunas de las competencias denominadas del siglo 21 (cognitivas, intrapersonales e interpersonales).

Debido a estos factores, la combinación de estas tecnologías en el aula podría considerarse como una forma de reforzar el aprendizaje en el aula. A este respecto, Cobo y Moravec (2011), frente al tradicional uso pasivo de la tecnología para aprender, abogan por una aproximación a la tecnología realizada de forma pragmática, de uso intencionado y con la finalidad última de mejorar la experiencia de aprendizaje.

Como objetivo de esta experiencia, se trata de combinar la metodología de aprendizaje servicio con un desarrollo práctico utilizando tecnologías novedosas como la impresión 3D, que supongan un reto y un desafío para los alumnos, de manera que puedan trabajar de forma colaborativa en la resolución del problema.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 115-135.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

METODOLOGÍA

El cuatrimestre se encuentra dividido en 15 semanas, dedicando 4 horas por semana a cada asignatura.

La estrategia seguida fue realizar 15 sesiones grupales (1 por semana), estructuradas de la siguiente forma:

- Sesión 01: Presentación del proyecto. En esta sesión se hace una descripción de la necesidad encontrada y se justifica su interés social. Para ello, se invita a un miembro de la asociación de personas sordas de Cartagena (ASORCAR) para que imparta una charla sobre la problemática.
- Sesión 02: Durante la primera semana, se hace una generación de grupos de 3 personas. En la experiencia participaron 21 alumnos, por lo que se constituyeron 7 grupos diferentes. Estos grupos se asignaron de forma aleatoria ya que se pretende hacer una simulación de un entorno laboral en el que el integrante tiene nuevos compañeros, de forma que también durante la realización del trabajo colaborativo los estudiantes practiquen sus competencias sociales. Se dedica esta sesión para hacer una dinámica de grupo para que los grupos se conozcan y se les plantea como trabajo para esa semana y la siguiente el desarrollo de una labor de búsqueda de información sobre posibilidades de diseño de manos biónicas.
- Sesión 03: Se hace un seguimiento de lo encontrado, se pone en común con el resto de grupos posibles ideas y se pide que hagan una planificación y estructura de trabajo para el diseño de una mano robótica que pueda realizar lenguaje de signos. Para ello se fija la siguiente estructura: deben dedicar 3 semanas para el modelado de la posible solución. Después de esa semana, se pondrán en común las soluciones propuestas y entre todos se elegirá una, la cual será fabricada y programada de forma conjunta durante las siguientes semanas.
- Sesiones 04 a 07: Cada grupo de estudiantes modela su propia solución.
- Sesión 08: Se presentan los modelos desarrollados y cada alumno va votando a una opción que no puede ser la propia. Se toma la opción ganadora como el diseño a fabricar y programar en las siguientes sesiones. Como la mano se compone de varias partes, cada grupo generará los ficheros necesarios para la impresión de una determinada parte, de forma acorde a las especificaciones dadas en la memoria por el grupo ganador. Además, se reparte entre los diferentes grupos el alfabeto de signos básico para que cada grupo se encargue de realizar un determinado conjunto de posiciones.
- Sesiones 08 a 11: Dedicadas a la impresión 3D de la mano robótica. Cada grupo se planifica y realiza las tareas asociadas al uso del software e impresora que les permita crear las diferentes partes de la mano robótica.
- Sesiones 11 a 15: Dedicadas a la programación de los movimientos asignados. De nuevo, el grupo se planifica y realiza las tareas de programación del microcontrolador que controla el movimiento de los diferentes servomotores que controlan la movilidad de las diferentes partes de la mano robótica.

Justificación de la necesidad del desarrollo

Según la presentación realizada por el ponente invitado de la asociación de personas sordomudas, se estima que las personas con sordera en todo el mundo alcanzan ya la cifra de 59 millones. Solo en España existen 39.583 personas con sordera profunda; es decir, que carecen de cualquier posibilidad de escuchar. En cambio, son 1.064.100 las personas con discapacidad auditiva en España. De ellas, 303.000 se encuentran en el rango de edad entre 6 y 64 años. Se entiende por discapacidad auditiva aquella deficiencia auditiva que supone una limitación para realizar actividades diarias durante al menos un año. Muchas de estas personas utilizan dispositivos que les permite escuchar mejor. Aun así, muchos de ellos necesitan apoyarse en la lengua de signos para poder integrarse socialmente.

Según el ponente, se estima que, en España, el número total de personas sordas usuarias de la lengua de signos se encuentra entre las 70.000 y 150.000 personas. Por tanto, el número de personas con discapacidad auditiva sin acceso a esta lengua puede ser muy elevado y esto supone en muchos casos una gran limitación en la integración social de estas personas. Este dato ha sido motivante para la elección del tema del presente proyecto. La idea de este proyecto es desarrollar un sistema tal que, si se introduce por teclado una determinada letra del alfabeto, su símbolo asociado en la lengua de signos sea reproducido por la mano robótica desarrollada.

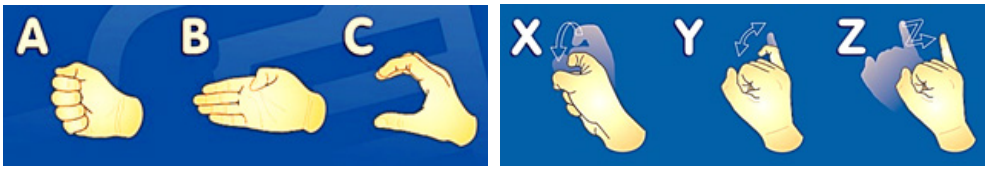
Actividad de investigación

Durante las semanas dedicadas a la búsqueda de información, los estudiantes han de trabajar en dos frentes de análisis. El primero de ellos, con un enfoque claramente tecnológico, donde deben realizar investigaciones sobre diferentes manos biónicas existentes en el mercado y pensar en formas de reproducirla. Para ello, también deben dedicar cierto tiempo a analizar desde el punto de vista fisiológico cómo funciona la mano y la biomecánica asociada a los movimientos.

La segunda parte de investigación que tuvieron que realizar fue analizar el lenguaje de signos para ver cómo se estructuraban las representaciones del alfabeto, para así proponer una estrategia de implementación de los diferentes signos. Como resultado de esta investigación se obtuvo que la lengua de signos presenta 30 configuraciones, donde 11 necesitan, además de cambiar las posiciones de los dedos, el movimiento adicional y de forma conjunta del brazo o muñeca. A fin de no complicar el diseño teniendo que diseñar un brazo adicional a la mano, se acordó que este movimiento podría ser simulado como un movimiento de la mano similar al que se hace de izquierda a derecha cuando uno saluda a alguien en la distancia. La figura 1 muestra un ejemplo de las posiciones que debe tener la mano para algunas letras del abecedario. En la izquierda se muestran ejemplos de posiciones simples y en la derecha ejemplos de letras que en la lengua de signos tienen una representación que requieren el movimiento adicional comentado.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 115-135.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Figura 1. Ejemplos de posiciones de la mano en la lengua de signos. En la izquierda posiciones simples y en la derecha posiciones con movimiento adicional



Materiales disponibles

Cada uno de los grupos constituidos ha dispuesto de un kit con el siguiente material para realizar sus propuestas:

Los trabajos se han desarrollado en un laboratorio dotado de ordenadores, con conexión a internet a fin de poder realizar sus búsquedas en la labor de investigación y con licencia de *SolidWorks* como software usado para la labor de modelado 3D, combinado con el programa gratuito *Slic3r*, para generar los ficheros G-code del modelo 3D propuesto, junto a entorno de desarrollo o IDE (*Integrated Development Environment*) para la programación del microcontrolador Arduino.

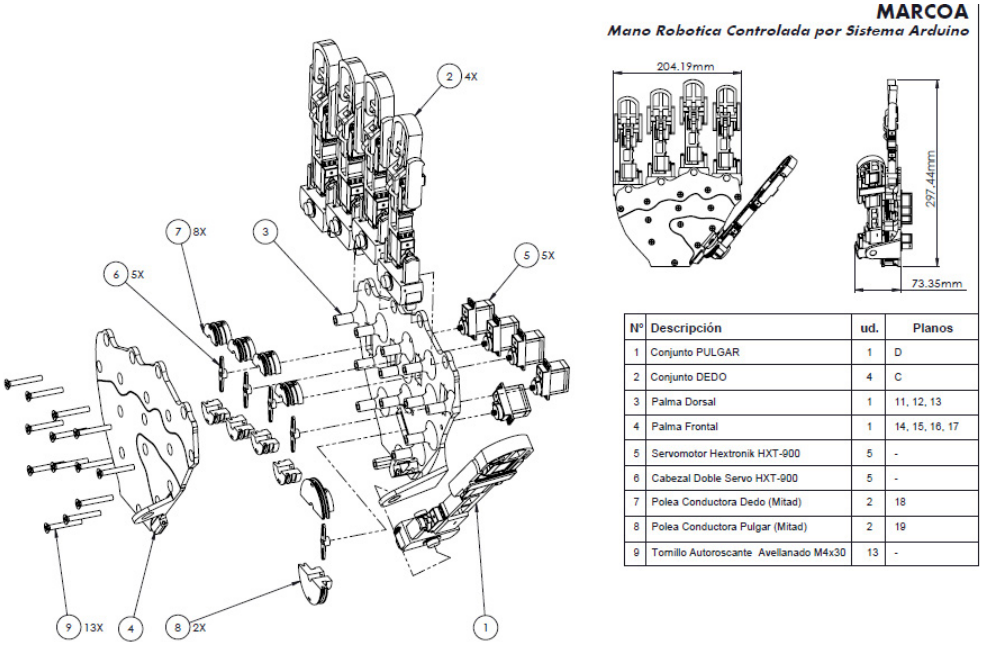
El aula tenía dos impresoras modelos *Creality Ender 3*, dotada de rollos de filamento. Se establecieron turnos en cada grupo para que tuvieran disponibilidad tanto en clase como fuera de clase para poder imprimir sus diseños.

Finalmente, cada grupo disponía también de un kit de material electrónico, constituido por una placa Arduino Mega, un conjunto de servomotores para poder dotar de movimiento a las partes móviles de la mano y un conjunto de componentes electrónicos como resistencias, condensadores, diodos LEDs, pulsadores y cables diversos para poder implementar todas las interfaces electrónicas necesarias para el control.

Presentación de propuestas y fabricación de la mano.

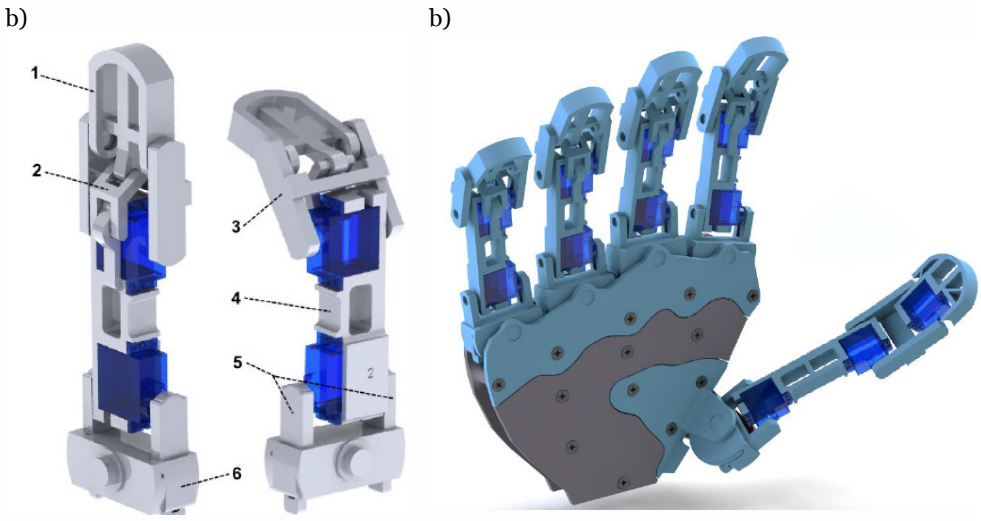
Los diferentes grupos presentaron cada una de sus propuestas de diseño. Se pusieron en común y se analizaron las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas. Finalmente se realizó una votación por un diseño ganador. El diseño que obtuvo la mejor puntuación es el representado en la figura 2.

Figura 2. Propuesta de diseño seleccionada para realizar su implementación física



Nº	Descripción	ud.	Planos
1	Conjunto PULGAR	1	D
2	Conjunto DEDO	4	C
3	Palma Dorsal	1	11, 12, 13
4	Palma Frontal	1	14, 15, 16, 17
5	Servomotor Hextronik HXT-900	5	-
6	Cabezal Doble Servo HXT-900	5	-
7	Polea Conductora Dedo (Mitad)	2	18
8	Polea Conductora Pulgar (Mitad)	2	19
9	Tornillo Autoroscante Avellanado M4x30	13	-

Figura 3. Modelado y fabricación 3D. a) Detalle de uno de los dedos. b) Sistema final completo



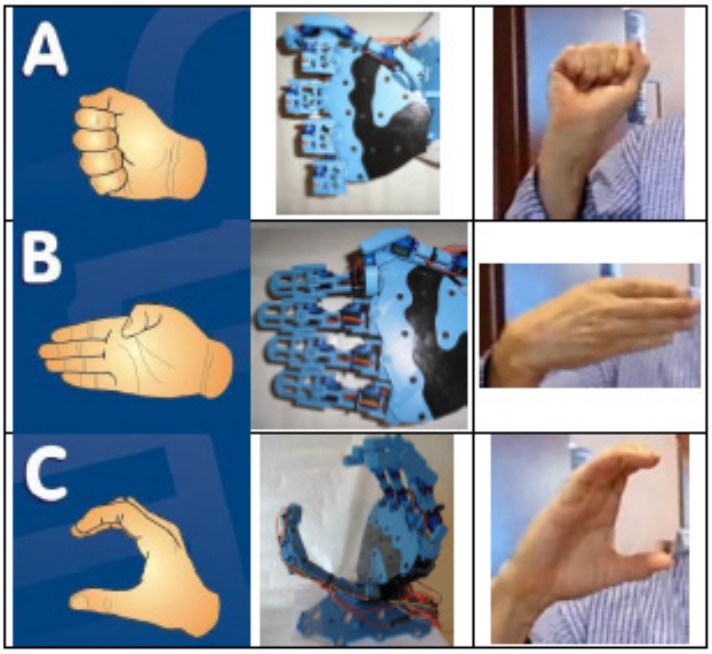
RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 115-135.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Se trata de un diseño en el que el movimiento total es controlado por 16 servomotores. 3 por cada dedo, más uno adicional que genera el movimiento adicional de mano que requieren algunas letras del alfabeto. A fin de optimizar el proceso de fabricación, dado que el trabajo incluía modelos y medidas, se repartieron las diferentes partes de la mano entre los diferentes grupos, y cada uno de ellos se dedicó a modelar e imprimir utilizando impresora 3D cada una de las partes desarrolladas. De esta forma, cada grupo estaba encargado de la fabricación de una parte, pero el desarrollo global era conjunto, con la unión de las diferentes partes en un prototipo final. La figura 3 pone como ejemplo el modelado y fabricación con impresora 3D de las diferentes partes constitutivas. La figura 3a muestra el modelado y partes constitutivas de un dedo y la figura 3b muestra el resultado de fabricación del sistema completo.

Programación de los movimientos

Una vez fabricada la mano, se repartió entre grupos la tarea de programar los diferentes movimientos. A cada grupo se le asignaron 5 movimientos: tres de ellos básicos y 2 de ellos que requirieran del movimiento adicional. En consecuencia, había movimientos asignados a más de un grupo y de esta forma se aseguraba que siempre se pudiera alcanzar que se consiguiera finalizar con éxito por parte de alguno de los grupos las tareas realizadas. La figura 4 muestra algunos resultados obtenidos tras el proceso de programación, en el que se observa la posición marcada por el lenguaje de signos asociada a la letra, junto a la reproducción que hace la programación de la mano de la misma. En la imagen se puede ver en la primera columna la letra teórica que se pretende codificar, en la segunda se observa el prototipo fabricado programado para replicar la posición y en la tercera columna se aprecia la posición adecuada de la mano, realizada por uno de los miembros de la asociación.

Figura 4. Ejemplo de resultados tras la fase de programación



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Con objeto de evaluar el grado de satisfacción y aprendizaje desde el punto de vista del alumno, se procedió a realizar una pequeña encuesta a todos los estudiantes, que la realizaron de forma individual. Si bien como dato adicional se tenía la evaluación realizada por parte del profesor, se ha incluido un ítem en el que se consultaba al alumno si le había ayudado a mejorar su aprendizaje. En concreto, los ítems consultados fueron los siguientes:

- ¿Considera adecuada la organización y planificación de la experiencia? Un 54% consideró que mucho y un 31% que bastante, por lo que se estima que la estructura de sesiones descritas en el apartado anterior ha sido bien recibida por parte del alumno.
- ¿La información recibida ha sido suficiente? Un 46% estaba muy de acuerdo y un 38% que bastante, por lo que se interpreta que sí se ha tenido la suficiente información para el desarrollo de las tareas.
- ¿Las sesiones han sido motivadoras e interesantes? En este caso están más repartidas las respuestas. La sensación global es buena (38% Mucho y 31%

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 115-135.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

bastante), pero hay un 30% que considera que poco o nada, por lo que de cara a experiencias futuras se marca como punto de mejora el incrementar la motivación y el interés en las sesiones.

- ¿Las relaciones con los responsables ha sido satisfactoria? Este ítem intentaba valorar las tutorías realizadas. La mayor parte las encontraba satisfactorias (Mucho 62% y Bastante un 31%) frente a un 8% que las habían encontrado poco satisfactorias.
- ¿Te ha beneficiado en las relaciones sociales? Parece que una gran mayoría (69%) ha notado que la experiencia les ha sido de utilidad para mejorar esta competencia, frente un 30% que no considera que haya tenido poco (15%) o nada (15%) de impacto en ella.
- ¿Ha contribuido a mejorar su aprendizaje? Una vez más, una gran mayoría (Mucho 38% y Bastante 38%) reconoce que sí ha tenido un impacto positivo en su aprendizaje, frente a un 23% que considera que ha contribuido poco (15%) o nada (8%).
- ¿Consideras que la experiencia ha sido beneficiosa para la mejora de tus capacidades? Una gran parte de los estudiantes considera que ha sido beneficioso para la mejora de sus capacidades (62% Mucho y 31% Bastante), frente a un 8% que considera que ha sido poco beneficiosa.
- ¿El horario ha sido adecuado? La mayor parte de los estudiantes consideran acertado el horario elegido (Mucho 46% y bastante 54%), no habiendo gente disconforme con este punto.

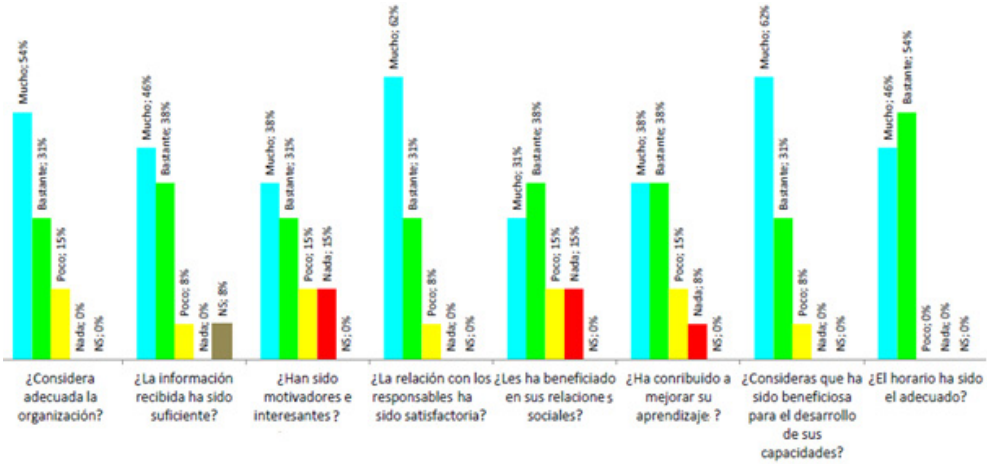
La figura 5 resume gráficamente los resultados obtenidos de las valoraciones de los estudiantes de los ítems comentados. Conviene resaltar que, dado que la finalidad era solamente tener esa estimación del grado de satisfacción con la experiencia comentada, no se realizó un tratamiento estadístico profundo de la misma, en el sentido clásico de sacar intervalos de confianza, sino que se hizo un procesamiento básico de obtención de los principales valores descriptivos de los datos.

Desde el punto de vista docente, la experiencia estuvo supervisada por dos profesores, uno con experiencia en el campo del modelado 3D y la fabricación aditiva y otro con experiencia en el campo de la electrónica; colaborando, además, un estudiante de doctorado con '*venia docendi*' y un becario de investigación que ofrecieron apoyo en la resolución de dudas y problemas durante las sesiones prácticas. Sus conclusiones sobre la experiencia se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se ha notado una clara evolución de los grupos. En las primeras sesiones se tenía la impresión de que los grupos se encontraban algo perdidos, quizás por no estar los alumnos acostumbrados a este tipo de experiencias, y conforme avanzaban las semanas se notaba una mejora progresiva en el funcionamiento de los mismos.

- Al ser una asignatura cuatrimestral, la duración de sólo 15 semanas ha sido, en cierta medida, un '*handicap*'. Cuando el funcionamiento de los grupos ya era óptimo acabó el cuatrimestre y tanto profesores como alumnos se han quedado con la sensación que de haber sido una asignatura anual se hubieran conseguido prototipos mucho mejores.
- La planificación de las sesiones e impartición conjunta con varios docentes ha sido crucial. El tiempo de las sesiones, sobre todo las primeras, se ha ido muchas veces en la resolución de dudas.
- Se ha observado que en los grupos en los que algún alumno ha adquirido el rol de jefe de grupo y lo ha ejercido con liderazgo se han obtenido mejores resultados que aquéllos en los que no ha habido un jefe de grupo claro. De cara a futuras repeticiones de la experiencia se propone tratar de realizar un reparto de grupos en los que haya un jefe de grupo claro con capacidad de ejercer este liderazgo.
- La experiencia global que se tiene es que, superada esa fase inicial de crisis donde los alumnos se encontraban algo perdidos y fue necesaria una mayor supervisión, el proceso de aprendizaje e implicación de los estudiantes ha sido mayor que en las clases tradicionales.

Figura 5. Resultados de la encuesta de valoración realizada



Finalmente, en cuanto a la colaboración con el integrante de la asociación, su participación en la primera sesión fue clave para poder dar una idea del contexto del marco de trabajo y justificar la necesidad del diseño. Posteriormente, también estuvo asesorando sobre las formas correctas en la que se debían posicionar las manos a la hora de ejecutar la representación de las diferentes letras del alfabeto que usaron los grupos para la implementación. Por motivos laborales no pudo asistir

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 115-135.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

a la última sesión de presentación de resultados, pero tuvo oportunidad de ver el prototipo en una feria de ciencia en la que se expuso en un stand de la universidad. La realimentación recibida por su parte es que el prototipo resulta de interés, si bien la solución utilizada con objeto de no complicar excesivamente el diseño de usar el movimiento adicional que supliera el juego de muñeca que necesitan algunas letras del alfabeto imposibilita una aplicación real al cien por cien del prototipo, ya que si la persona que usa el prototipo no es consciente de esta peculiaridad no es capaz de interpretar lo que se codifica. Esto refuerza la idea de que esta iniciativa quizás sería más adecuada aplicarla en una asignatura anual, donde habría más semanas para poder realizar la implementación completa. Además, la lengua de signos tiene códigos propios que aglutinan palabras y conceptos, de forma que se evite tener que ir codificando uno a uno los caracteres de esas palabras, lo que abre la posibilidad de ir ampliando el repertorio de movimientos en sucesivas iteraciones de la experiencia. Por tanto, de cara a futuro, plantean varias opciones a la hora de volver a repetir la iniciativa: usar el prototipo resultante de esta experiencia para ir ampliando el repertorio de signos, o abrir una vía en la que se retomen partes del prototipo ya implementado y se vaya realizando una ampliación dotándole de muñeca y codo para poder realizar de forma fiel todo el conjunto de movimientos.

REFERENCIAS

Arratia Figueroa, A. (2008). Ética, solidaridad y aprendizaje servicio en la educación superior. *Acta Bioethica*, 24(1), 61-67. https://doi.org/10.4067/S1726-569X2008000100008

Batle R. (2011). ¿De qué hablamos cuando hablamos de aprendizaje-servicio? *Revista Crítica*, *972*, 49-54.

Beltrán, P., y Rodríguez, C. (2017). Modelado e impresión 3D en la enseñanza de las matemáticas: un estudio exploratorio. *ReiDoCrea, 6*(2), 16-28.

Benjamin, L. (2020). 3D printing of Anatomical Models for Veterinary Education. *Canada-Caribbean Institute Journal, 1*(1).

Bonet, A., Meier, C., Saorin, J. L., de la Torre, J., y Carbonell, C. (2017). Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa. *Arte, individuo y sociedad, 29*(1), 89-104. https://doi.org/10.5209/ARIS.51886

Bosqué, C. (2015). What are you printing? Ambivalent emancipation by 3D printing. *Rapid Prototyping Journal, 21*(5), 572–581. https://doi.org/10.1108/RPJ-09-2014-0128

Brannon, J. P., Ramírez, I., Williams, D., Barding Jr, G. A., Liu, Y., McCulloch, K. M., y Stieber, S. C. E. (2020). Teaching Crystallography by Determining Small Molecule Structures and 3-D Printing: An Inorganic Chemistry Laboratory Module. *Journal of Chemical Education 97* (8), 2273–2279. https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.05.006

Buswell, R. A., De Silva, W. L., Jones, S. Z., y Dirrenberger, J. (2018). 3D printing using concrete extrusion: A roadmap for research. *Cement and Concrete Research, 112*, 37-49.

Butin, D. W. (2003) Of what use is it? Multiple conceptualizations of service learning within education. *Teachers College Record 105*(9), 1674-1692. https://doi.org/10.1046/j.1467-9620.2003.00305.x

Bull G., Haj-Hariri H., Atkins R., y Moran P. (2015). An Educational Framework for Digital Manufacturing in Schools. *3D Printing and Additive Manufacturing, 2*(2), 42-49. https://doi.org/10.1089/3dp.2015.0009

Cobo Romaní, C., y Moravec, J. W. (2011). Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación. Collecció Transmedia XXI. *Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona*. Barcelona.

Dahle, R. (2018). The Use of 3-D Printing in Teaching MEMS Device Design and Fabrication, *18th International Symposium on Antenna Technology and Applied Electromagnetics (ANTEM)*, pp. 1-2. https://doi.org/10.1109/ANTEM.2018.8572887

Dahle, R., Hart, S., y Hart, K. (2019). Using a 3-D Printed Mechatronics Project to Simulate MEMS Design and Fabrication. *IEEE Transactions on Education 62*(1), pp. 27-33. https://doi.org/10.1109/TE.2018.2816572

Domínguez, I. A., Romero, L., Espinosa, M. M., y Domínguez, M. (2013). Impresión 3D de maquetas y prototipos en arquitectura y construcción. *Revista de la construcción 12*(2), 39-53. https://doi.org/10.4067/S0718-915X2013000200004

Dilling, F., y Witzke, I. (2020). The Use of 3D-Printing Technology in Calculus Education: Concept Formation Processes of the Concept of Derivative with Printed Graphs of Functions. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 1-20. https://doi.org/10.1007/s40751-020-00062-8

Escobar, C. (2018, 01 de enero). Breve historia de la impresión 3D. *Impresoras3D.com*. https://goo.gl/N7U9KP

Gonzalez-Gomez, J., Valero-Gomez, A., Prieto-Moreno, A., y Abderrahim, M. (2012). A new open source 3d-printable mobile robotic platform for education. *Advances in autonomous mini robots* (pp. 49-62). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27482-4_8

Hansen, A. K., Langdon, T. R., Mendrin, L. W., Peters, K., Ramos, J., y Lent, D. D. (2020). Exploring the Potential of 3D-printing in Biological Education: A Review of the Literature. *Integrative and Comparative Biology*. https://doi.org/10.1093/icb/icaa100

Head, D. (2019). Qué es la cultura Maker y porqué queremos traerla a la educación. *Medium Website*. https://medium.com/@danielitohead/la-cultura-maker-y-por-qu%C3%A9-nos-interesa-tanto-desde-la-educaci%C3%B3n-f7c6b1703fd4

Heinze, A., Basulto-Martínez, M., Suarez-Ibarrola, R. (2020). Impresión 3D y sus beneficios en el campo de la educación médica, entrenamiento y asesoría del paciente. *Revista Española de Educación Médica 1*(1), 1-8. https://doi.org/10.6018/edumed.421221

Hull, C. W. (1984) Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography. *US Patent US4575330A*. https://patentimages.storage.googleapis.com/5c/a0/27/e49642dab99cf6/US4575330.pdf

Johnson, E., y Carter, A. (2019). Defossilization: A Review of 3D Printing in Experimental Paleontology. *Frontiers in Ecology and Evolution 7*. https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00430

Kyriakopoulos, C. (2019). 3D Printing: A Remedy to Common Misconceptions about Earthquakes. *Seismological Research Letters, 90*(4), 1689-1691. https://doi.org/10.1785/0220190121

Lucas Mangas, S. (2012). Aprendizaje-Servicio como propuesta de integración curricular del Voluntariado en la Responsabilidad Social Universitaria. *Actas de Jornadas sobre Responsabilidad Social. Valladolid: Universidad de Valladolid y Caja de Burgos*.

Lucas Mangas. S., y Martínez Odría, A. (2012). Programa de Orientación y

Educación Comunitaria: "Valores y Derechos Humanos para afrontar la pobreza extrema desde la responsabilidad social y el aprendizaje-servicio". *Revista de orientación educacional, 50*, 73-91.

Moeck, P., Destefano, P., Kaminsky, W., y Snyder, T. (2019). 3D printing in the context of Science, Technology, Engineering, and Mathematics education at the college/university level. *Physics Education*.

Moreno, N. M., Leiva, J., y López, E. (2016). Robótica, modelado 3D y realidad aumentada en educación para el desarrollo de las inteligencias múltiples. *Aula de encuentro, 18*(2), 158-183.

Murrey, M. (2019). Improving Geoscience Education with a Public Database of 3D-printable Crystal Models. *OSR Journal of Student Research, 5*, Article 279.

Mullan, H. E., y Carter, Y. (2020). Creating a 3D Printed Model of the Female Perineum to Supplement Traditional Cadaveric Education. *The FASEB Journal, 34*(S1), 1-1. https://doi.org/10.1096/fasebj.2020.34.s1.03699

Osakwe, O., Moore, R., Divanovic, A., Del Grippo, E., Tegtmeyer, K., Madsen, N., y Taylor, M. (2019). Improving patient experience and education on congenital heart defects: the evolving role of digital heart models, *3D-printing and mobile application, 144*(2). https://doi.org/10.1542/peds.144.2_MeetingAbstract.340

Pernaa, J., y Wiedmer, S. (2019). A systematic review of 3D printing in chemistry education–analysis of earlier research and educational use through technological pedagogical content knowledge framework. *Chemistry Teacher International, 1*. https://doi.org/10.1515/cti-2019-0005

Peterson, J. E., y Krippner, M. L. (2019). Comparisons of fidelity in the digitization and 3D printing of vertebrate fossils. *Journal of Paleontological Techniques, 22*, 1-9.

Pinger, C. W., Geiger, M. K., y Spence, D. M. (2019). Applications of 3D-Printing for Improving Chemistry *Education*. *Journal of Chemical Education, 97*(1), 112-117. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00588

Reichenberger, S., Lieban, D., Russo, C., y Lichtenegger, B. (2019). 3D Printing to Address Solids of Revolution at School. *Bridges 2019 Conference Proceedings* (pp. 493-496). Tessellations Publishing.

Reymus, M., Fotiadou, C., Kessler, A., Heck, K., Hickel, R., y Diegritz, C. (2019). 3D printed replicas for endodontic education. *International endodontic journal, 52*(1), 123-130. https://doi.org/10.1111/iej.12964

Universia. (2019). *Imprimir 3D: profesión de futuro*. Universia Website. https://noticias.universia.es/practicas-empleo/noticia/2019/12/19/1167429/imprimir-3d-profesion-futuro.html

Yu, J., Han, S. D., Tang, W. N., y Rus, D. (2017). A portable, 3D-printing enabled multi-vehicle platform for robotics research and education. *2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (pp. 1475-1480). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICRA.2017.7989176

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Juan Suardíaz Muro. Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular en el Departamento de Automática, Ingeniería Eléctrica y Tecnología Electrónica de la Universidad Politécnica de Cartagena. Tiene concedidos tres sexenios de

investigación. Sus líneas de investigación se centran en el desarrollo de sistemas de automatización y control, el diseño electrónico orientado a aplicaciones en el Internet de las cosas y la innovación docente en el campo de la enseñanza de la electrónica en carreras de ingeniería. ID: https://orcid.org/0000-0003-0648-2541
e-mail: juan.suardiaz@upct.es

Dirección:
Dpto. de Automática, Ingeniería Eléctrica y Tecnología Electrónica.
Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar
30202 Cartagena (España).

Mario Pérez-Gomariz. Doctorando en el Departamento de Tecnologías de la Información y la Comunicación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Cartagena. Sus líneas de investigación se centran en el campo de la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y minería de datos en el sector industrial y el campo de la innovación docente en enseñanzas relacionadas con el ámbito de la ingeniería de telecomunicaciones. ID: https://orcid.org/0000-0003-1099-5219
E-mail: mario.perez@edu.upct.es

Dirección:
Grupo de Investigación DINTEL. Edificio ELDI
Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar
30202 Cartagena (España).

Andrés Cabrera Lozoya. Doctor Ingeniero de Telecomunicación e Ingeniero Técnico Industrial. Investigador en la División de Innovación en Sistemas Telemáticos y Tecnología Electrónica (DINTEL) de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), España. Sus líneas de investigación se centran en el desarrollo de herramientas innovadoras de aprendizaje web, con el foco en desarrollos móviles y la mejora de la experiencia de usuario.
E-mail: andres.cabrera@upct.es

Dirección:
Dpto. de Física Aplicada y Tecnología Naval.
Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar
30202 Cartagena (España).

René Ove Do Carmo Trolle. Graduado en Ingeniería Mecánica. Becario de investigación en el grupo División de Innovación en Sistemas Telemáticos y Tecnología Electrónica (DINTEL) de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), España. Sus líneas de investigación se centran en el campo del modelado 3D y la fabricación aditiva, teniendo amplia experiencia en el campo de la impresión 3D.
E-mail: rene.trolle@edu.upct.es

Dirección:
Grupo de Investigación DINTEL. Edificio ELDI
Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar
30202 Cartagena (España).

Fecha de recepción del artículo: 29/05/2020
Fecha de aceptación del artículo: 04/07/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 21/09/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

Nuevas competencias digitales en estudiantes potenciadas con el uso de Realidad Aumentada. Estudio Piloto

(New digital skills in students empowered with the use of Augmented Reality. Pilot Study)

Inés María González Vidal
Beatriz Cebreiro López
Lorena Casal Otero
Universidad Santiago de Compostela (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27501

Cómo referenciar este artículo:
Vidal, I. M. G., Cebreiro López, B., y Casal Otero, L. (2021). Nuevas competencias digitales en estudiantes potenciadas con el uso de Realidad Aumentada. Estudio Piloto. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 137-157. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27501

Resumen

En la actualidad, las tecnologías aplicadas a la Educación se colocan en una dimensión superior en el contexto educativo, en consecuencia, surge la necesidad de visualizar nuevas competencias digitales para integrar el conocimiento tecnológico de los medios con el conocimiento didáctico de la utilización de los mismos. El objetivo de este trabajo es potenciar nuevas competencias digitales con el uso de la Realidad Aumentada (RA) en estudiantes universitarios de 4to año de la carrera de Pedagogía. El diseño metodológico está basado en un estudio piloto con enfoque mixto, se trabaja con un grupo de 9 estudiantes en la asignatura Formación en Red, se aplican cuestionarios y se usa estadística descriptiva (prueba Chi cuadrado). Las variables analizadas son la motivación, las expectativas de uso de la RA, el éxito de la tarea y la satisfacción al concluir la actividad. El análisis didáctico identifica segmentos vinculados a fases no clásicas en este tipo de análisis (espacio-tiempo, contenido-método, discursos, interacción y ambiente). La experiencia contribuye a la preparación, diseño, producción y utilización de tecnologías avanzadas en la educación; también se contempla al estudiante en un nuevo rol como prosumidor de contenidos virtuales, lo que constituye una nueva competencia digital antes reservada a desarrolladores informáticos.

Palabras clave: realidad aumentada; enseñanza superior; estudiantes universitarios; competencias digitales; entornos digitales; tecnología educativa.

Abstract

Currently, the technologies applied to Education are placed in a higher dimension in the educational context, consequently, the need arises to visualize new digital competences to integrate technological knowledge of the media with didactic knowledge of their use. At this work we aim at promoting new digital competences with the use of Augmented Reality (AR) in 4th year university students of the Pedagogy degree. The methodological design is based on a pilot study with a mixed approach, we work with a group of 9 students in the subject called Network Training, questionnaires are applied and descriptive statistics are used (Chi square test). The variables analyzed are motivation, expectations of use of AR, task success and satisfaction at the end of the activity. The didactic analysis identifies segments linked to non-classical phases in this type of analysis (space-time, content-method, discourses, interaction and environment). The experience contributes to the preparation, design, production and use of advanced technologies in education; The student is also seen in a new role as a prosumer of virtual content, which constitutes a new digital competence previously reserved for computer developers.

Keywords: augmented reality; higher education; university students; digital skills; digital environments; educational technology.

En las últimas décadas, ha ganado relevancia la investigación sobre la integración de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la educación (San Nicolás, Vargas y Moreira, 2012). Las nuevas tecnologías aplicadas a la Educación se colocan en una dimensión superior como único recurso que provee de oportunidades inigualables a los procesos educativos para permitir la continuación del curso escolar de manera online (Fainholc, 2008; García-Ruiz, Aguaded y Bartolomé, 2017). Se ha producido un cambio cultural y tecnológico, que transforma rápidamente la sociedad y por consiguiente los procesos educativos (Castañeda Quintero y Adell, 2013). Al mismo tiempo, surgen nuevas competencias digitales cotidianas que contribuyen a la integración de las TIC en la Educación (Fernández, Fernández y Cebreiro, 2016).

Las instituciones educativas potencian nuevas tendencias innovadoras para la puesta en marcha de métodos y estilos de aprendizaje que aprovechen al máximo los recursos materiales, tecnológicos y humanos existentes (García-Ruiz, Aguaded y Bartolomé, 2017).

Algunos autores visualizan las carencias formativas existentes respecto a las nuevas competencias digitales que se exigen en la sociedad actual (Marzal, 2008; Palomeque-Córdova, 2020). La necesidad de una alfabetización tecnológica constante para formar estudiantes inteligentes, críticos de las tecnologías avanzadas es un requisito indispensable para el desarrollo profesional de la nueva generación (Aguaded Gómez, Marín Gutiérrez y Díaz Pareja, 2015).

También se percibe la importancia de realizar modificaciones curriculares con el fin de incorporar el tratamiento de la información y la formación en tecnologías avanzadas que deben poseer los estudiantes y profesores, respecto al conocimiento de los medios audiovisuales, informáticos y la integración de las TIC en el proceso educativo (Labra, 2010). Algunos aspectos que pueden limitar el uso de tecnologías avanzadas en las prácticas educativas se relacionan con los actores del proceso, al no estar preparado para el diseño y la producción de medios, así como para el manejo técnico y su uso didáctico (Ramírez García y González Fernández, 2016). En este sentido, qué acciones se pueden desenvolver para que trascienda el carácter instrumental de los medios y lograr integrar el conocimiento tecnológico avanzado con el conocimiento didáctico de su utilización (Ramírez García y González Fernández, 2016).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es potenciar nuevas competencias digitales con el uso de la Realidad Aumentada (RA) en estudiantes de 4to año de la carrera de Pedagogía. Para ello será necesario: 1) analizar la literatura científica e identificar experiencias didácticas similares que utilicen RA en diversas áreas de conocimiento; 2) desarrollar acciones formativas encaminadas a familiarizar a los estudiantes con la tecnología de RA para fomentar el desarrollo de aplicaciones futuras; 3) por último hacer una valoración de los resultados de la experiencia didáctica.

La experiencia didáctica con el uso de dispositivos móviles y RA contribuyó a visualizar al estudiante como prosumidores de contenidos virtuales aplicados a la educación. Además, se vislumbra la necesidad de promover acciones formativas sistemáticas que contribuyan a la preparación de los discentes en el diseño, la producción y la utilización de los recursos virtuales que faciliten en el futuro el uso de tecnologías avanzadas en los centros educativos.

La tecnología de Realidad Aumentada en la educación

La utilización de recursos tecnológicos en entornos escolares y el acceso a contenidos educativos digitales a través de dispositivos móviles inteligentes es cada vez más frecuente (Montoya, 2009). Es una realidad también el aumento de la brecha digital en aquellos colectivos que no tienen acceso a las mismas tecnologías o no poseen las capacidades suficientes para trabajar con ellas (García Aretio, 2017). En este sentido, son necesarias un mayor número de investigaciones y mejores políticas de gobiernos que garanticen la armonía entre equidad e innovación en la educación (Vila Merino, 2012).

El uso de dispositivos móviles inteligentes adquiere gran connotación en la educación (De la Horra Villacé, 2017), debido a la reducción de costes en equipamientos electrónicos y lo versátil que resultan estos dispositivos (Barroso Osuna y Cabero Almenara, 2016). Este hecho influye en la deslocalización de las tecnologías y el acceso a la información, se minimizan las barreras espacio temporal

propias de la comunicación interpersonal (Cabero Almenara, Fernández Robles y Marín Díaz, 2017).

En este escenario, aparecen las aplicaciones de la RA que permiten al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos o compuestos con el mundo real (Bogen, Wind y Giuliano, 2006). Los objetos reales y virtuales coexisten en el mismo espacio y esta escena se puede observar a través de una pantalla de video convencional (Arribas, Gutiérrez, Gil y Santos, 2014; Noh, Sunar y Pan, 2009).

La RA permite la exploración no planificada y el descubrimiento de la naturaleza (Johnson, Levine, Smith y Stone, 2010), es decir la RA complementa la "Realidad", en lugar de reemplazarla por completo como lo hace la Realidad Virtual (RV) (Azuma, 1997). En este sentido, la RV y la RA forman parte de una línea continua donde en uno de los extremos se encuentra la "Realidad" y del otro lado de la línea se encuentra la RV (Escartín, 2000). Entre ambas concepciones se sitúa la RA, la misma requiere de la manipulación o la visualización de objetos que no están al alcance de todos, bien por su naturaleza abstracta, científica o espacial (Milgram, Takemura, Utsumi y Kishino, 1995).

En la educación, la RA presupone un conjunto de tecnologías que permiten al estudiante visualizar contenidos educativos a través de un dispositivo móvil inteligente (Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020). Las destrezas adquiridas por los estudiantes a través de experiencias con RA presuponen habilidades para el acceso, análisis, evaluación y producción creativa de nuevos conocimientos (Cabero Almenara y García, 2016).

La RA es una tecnología avanzada con muchas posibilidades de aplicación en el terreno educativo, ayuda a aumentar la motivación en los estudiantes, contribuye a disminuir el tiempo necesario para comprender temas complejos, permite recrear ambientes difíciles de reproducir y facilita la interacción entre objetos y recursos de diversas naturalezas (Wu, Lee, Chang y Liang, 2013). La RA posibilita un aprendizaje interactivo, atractivo y motivador para estudiantes y profesores (Deshpande, Kank, Armanyous, Singh y Kalita, 2020).

No obstante, es necesario un plan de acción apropiado y posibles soluciones para poder aplicar con éxito la RA (Klopfer y Squire, 2008). Una de las limitaciones señaladas en la literatura se refiere a los entornos de aprendizaje con RA caracterizados por sobrecargas cognitivas, debido a la gran cantidad de información contenida, a los múltiples dispositivos tecnológicos y a las complejas tareas a desarrollar (Klopfer, 2008). La RA puede crear confusión en los estudiantes, que pierden de vista dónde termina el juego y dónde comienza la realidad, lo que podría constituir una amenaza para la seguridad física de los estudiantes (Dunleavy, Dede y Mitchell, 2009). Otros autores consideran que, aunque la RA es una tecnología que ayuda y facilita la comprensión de los contenidos curriculares, son necesarios recursos digitales y centros de capacitación para familiarizarse con esta tecnología (Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020).

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27501 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Para evidenciar la importancia y diversidad de las aplicaciones con RA existentes en el contexto educativo, se identifican algunas experiencias didácticas en diversos dominios:

1. Aplicación para experiencia didáctica en museos (Museo de Juguetes en Nápoles). En los museos por su propia naturaleza, y por el hecho de preservar y proteger el objeto, se limita el disfrute del visitante a la observación del objeto expuesto. No obstante, los niños prefieren realizar esta experiencia de aprendizaje interactuando con el objeto en cuestión. Entonces ¿Cómo dar vida a los objetos almacenados en espacios como los museos? La respuesta es dada con la RA, esta tecnología permite al juguete, que sólo es accesible visualmente, revivir emociones con ayuda de la RV (Sarracino, 2014).
2. Aplicación para la difusión didáctica del patrimonio. El empleo de la RV y RA para reconstruir escenarios en 3D de distintos periodos históricos permite interactuar con castillos, torres de época islámica, entre otros escenarios. Con esta tecnología, se integran conceptos y técnicas innovadoras, muy útiles en especialidades como la arqueología y la restauración (Usó y García, 2014).
3. Aplicación en Juegos didácticos con RA. Pompeya es un juego virtual donde los personajes virtuales se superponen en un entorno real. Los resultados de esta experiencia con RA fue la reconstrucción del patrimonio cultural en formato digital. Con el desarrollo de trabajos de este tipo se preserva, protege e interpreta la cultura e historia; también se puede mejorar y estimular la comprensión del estudiante (Noh, Sunar y Pan, 2009; El-Hakim, Beraldin, Picard y Godin, 2004).
4. Aplicaciones on-line con RA. Una experiencia didáctica interesante con RA, es el diseño de un sistema tele-robótico online donde un robot es controlado por Internet, el sistema es considerado con autonomía ajustable. Con ayuda de RA se predicen las acciones del robot. El uso extensivo de la Web con RA permite un fácil acceso sin restricciones espacio-temporal y abre la posibilidad de la enseñanza a distancia (Marín, Sanz y Del Pobil, 2003).
5. Aplicación en laboratorios. En el campo de la ingeniería, los trabajos en los laboratorios son muy importantes para confirmar las teorías estudiadas. En este caso, se desarrolló un nuevo entorno de aprendizaje a través de un manual de instrucción Web basado en contenidos e-Learning. La RA se utiliza para sincronizar el manual de instrucción Web y el experimento (Toguchi, Sasaki, Mizuno y Shikoda, 2011).

MÉTODO

El objetivo del trabajo es potenciar nuevas competencias digitales con el uso de la Realidad Aumentada (RA) en estudiantes de 4to año de la carrera de Pedagogía de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Santiago de Compostela. El diseño metodológico está basado en un estudio piloto (Van Teijlingen y Hundley,

2002) con enfoque mixto (análisis cualitativo y cuantitativo) además de ser un estudio exploratorio (Marshall y Rossman, 2014; Preissle, 2008). La muestra es un grupo reducido de 9 estudiantes de la asignatura Formación en Red (Tecnología Educativa).

Primero se realiza un análisis documental de la literatura científica y se identifican ejemplos de aplicaciones de RA en diversos contextos educativos. La selección de las herramientas de RA se realiza con la ayuda de expertos, atendiendo al grado de interacción deseada entre los actores. Desde el punto de vista didáctico la experiencia con RA se divide en etapa pretest donde se construye la propuesta didáctica a realizar, y la etapa postest corresponde a la ejecución.

Los instrumentos para la recolección de datos son los cuestionarios, y para describir y analizar las características del conjunto de datos se utiliza la estadística descriptiva. Se definen variables cualitativas ordinales (donde no es necesario que el intervalo entre mediciones sea uniforme): motivación, las expectativas de uso de la RA, el éxito de la tarea y la satisfacción al concluir la actividad. Basado en el comportamiento descriptivo de las variables expectativas de uso de la RA y el éxito de la tarea y el supuesto de que no existe relación entre ellas, se realiza una prueba estadística Chi cuadrado.

Etapa pretest

A los estudiantes de 4to año de la carrera de Pedagogía se les brinda una formación teórica y práctica necesaria para familiarizarse con los recursos tecnológicos educativos necesarios para el aprendizaje, la innovación y la adecuación de metodologías y recursos didácticos. Específicamente en la asignatura Formación en Red (Tecnología Educativa) se diseñan, gestionan y evalúan materiales digitales. Los estudiantes exploran diversos escenarios flexibles de enseñanza con tecnologías: plataformas de formación y colaboración, ámbitos personalizados de aprendizaje (Web Social), PLEs y comunidades virtuales de aprendizaje. En este sentido, los estudiantes deben desarrollar durante el semestre un trabajo de curso individual, que comienza con la identificación de un problema educativo, posteriormente deben hacer una propuesta de mejora de la práctica educativa utilizando para ello tecnologías emergentes aplicadas a la educación.

La etapa pretest establece la propuesta didáctica a realizar como un vínculo entre contenido-método a partir del cual se configura las clases. Siguiendo a Stodolsky (1991) es posible identificar diferentes segmentos o unidades de sentido claramente demarcados, a partir de los cuales es posible efectuar los procesos de análisis y reflexión. Los segmentos se vinculan a fases: espacio-tiempo, contenido-método, discursos, interacción y ambiente. Esta clasificación no es habitual en el análisis didáctico, no obstante, es considerada en este estudio como transversal del proceso educativo. Se diseñan un conjunto de actividades formativas para familiarizar al

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27501 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

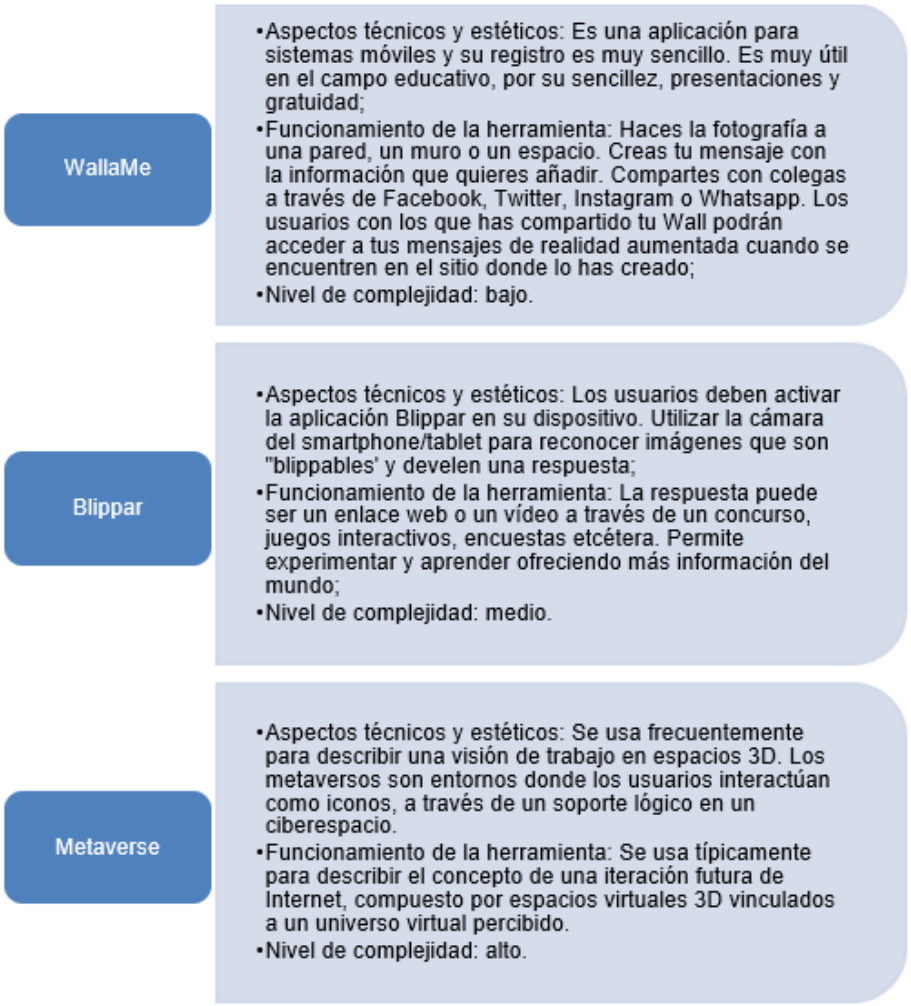
estudiante con herramientas de RA, y luego aplican los conocimientos adquiridos a sus proyectos individuales de curso.

RESULTADOS

Consulta a expertos para la selección de las herramientas de RA

En esta etapa se analizaron los recursos cuya complejidad y funcionalidad son apropiados para la experiencia didáctica que se pretende, para eso se realiza una consulta a expertos y desarrolladores de RA. El CESGA (Centro de Supercomputación de Galicia) es una institución que goza de gran importancia en el territorio, ya que contribuye al avance de la Ciencia y la Tecnología, mediante la investigación y aplicación de la computación y las comunicaciones, en beneficio de la Sociedad y en particular a la Educación. Expertos y desarrolladores de este centro, mostraron las tecnologías de RA más populares en el contexto escolar, y que están siendo utilizadas en centros del territorio gallego e internacional. En la figura 1 aparecen las herramientas RA seleccionadas, se presentan los parámetros y características analizadas para la elección.

Figura 1. Características de las herramientas de RA seleccionadas



Fuente: elaboración propia utilizando LibreOffice.

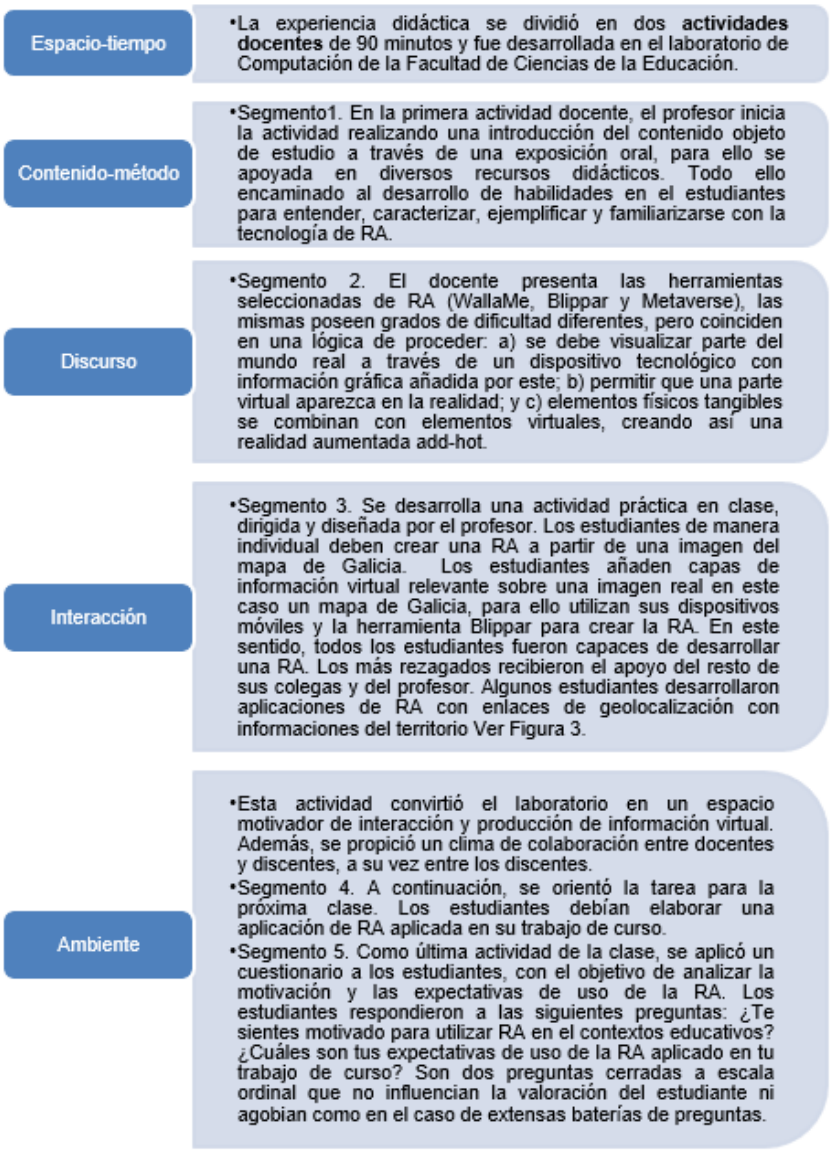
Etapa postest

Esta etapa muestra la ejecución de la propuesta didáctica descrita en la etapa pretest. El proceso de análisis didáctico se realiza a través de los segmentos que son unidades de sentido que se vinculan a las fases: espacio-tiempo, contenido-método, discursos, interacción y ambiente. La experiencia didáctica con RA se divide en dos clases, primera clase tiene como objetivo familiarizar a los estudiantes con algunas

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 137-157.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27501 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

herramientas de RA, presentar algunos ejemplos de aplicación en diversos dominios, y fomentar su uso de la RA en ambientes educativos especialmente en sus trabajos de curso, ver figura 2.

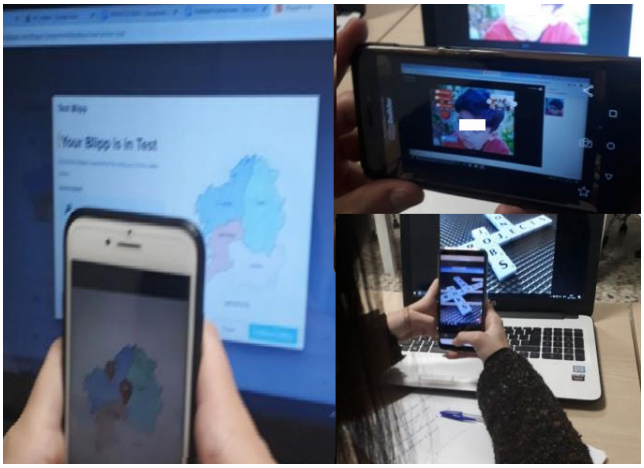
Figura 2. Primera clase de la experiencia didáctica con RA



Fuente: elaboración propia utilizando LibreOffice.

En la figura 3 se muestran ejemplos de aplicaciones de RA desarrolladas por los estudiantes en el laboratorio de computación de la facultad.

Figura 3. Ejemplos de RA desarrolladas por los estudiantes

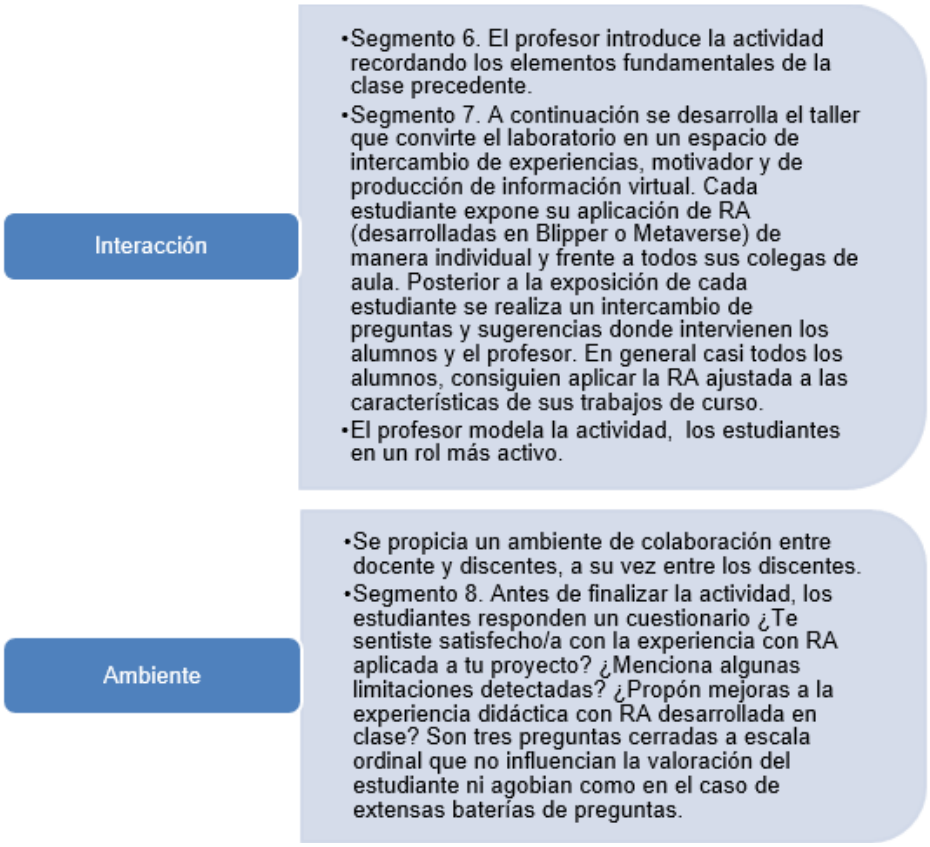


Fuente: elaboración propia a partir de fotos tomadas en clase.

La segunda clase es un taller, implica una metodología científica de trabajo que integra la teoría y la práctica, es una actividad esencial para desarrollar proyectos en general. El objetivo es que los estudiantes expongan sus aplicaciones de RA y fomentar el intercambio de experiencia entre todos los actores del proceso, ver figura 4.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 137-157.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27501 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Figura 4. Segunda clase de la experiencia didáctica con RA

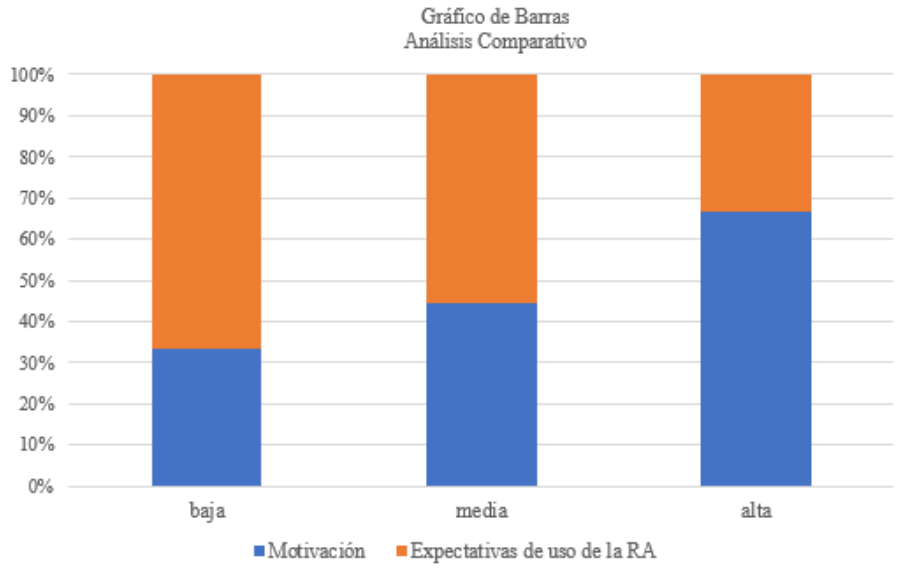


Fuente: elaboración propia utilizando LibreOffice.

Análisis del cuestionario aplicado en la primera clase

A partir del análisis de los datos recopilados en el cuestionario aplicado en la primera clase, se evidencia que la expectativa de uso de la RA fue de un 22% alta frente a un 78% de medias y bajas. La motivación presentó valores aceptables y a la vez alentador para el éxito de la segunda actividad, ver figura 5.

Figura 5. Gráfico comparativo entre las variables motivación y expectativas de uso de la RA



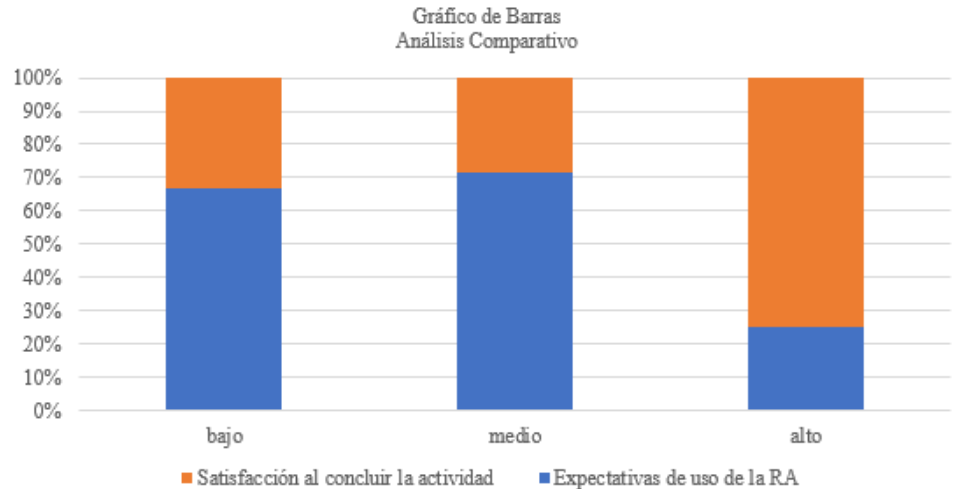
Fuente: elaboración propia utilizando LibreOffice.

Análisis del cuestionario aplicado en la segunda clase

Los resultados del cuestionario aplicado a los estudiantes en la segunda clase, muestran un 67% de alta satisfacción al concluir la actividad, mientras que el 22% de estudiantes se sintió medianamente satisfecho. En la figura 6 se observa el comportamiento de las expectativas de uso de la RA frente a la satisfacción al concluir la actividad (que pudiera ser un indicador del "éxito" de la actividad).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 137-157.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27501 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Figura 6. Análisis comparativo de las variables expectativas de uso de la RA y satisfacción al concluir la actividad



Fuente: Elaboración propia utilizando LibreOffice.

Prueba estadística Chi cuadrado

El éxito de la tarea en este análisis, es equivalente al logro del estudiante de poder aplicar la RA a su proyecto de curso. A partir del comportamiento descriptivo de las variables medidas podemos inferir que existe relación entre las expectativas de uso de la RA y el éxito de la tarea (ver tabla 1).

Para demostrar este planteamiento se realiza un estudio de inferencia a través de una prueba de hipótesis Chi cuadrado. Siendo la variable principal: expectativas de uso de la RA y variable secundaria: éxito de la tarea. La hipótesis nula Ho: no hay dependencia entre las variables expectativas de uso de la RA y el éxito de la tarea y la hipótesis alternativa H1: hay dependencia entre expectativas de uso de la RA y el éxito de la tarea.

Tabla 1. Tabla de frecuencias

	Éxito de la tarea			
Expectativa de uso de la RA	Bajo	Medio	Alto	Totales
Bajo	0	1	1	2
Medio	1	1	1	3
Alto	0	0	4	4
Totales	1	2	6	9

Fuente: Elaboración propia utilizando LibreOffice.

La hipótesis nula de ausencia de relación entre expectativas de uso de la RA y éxito de la tarea, no se puede rechazar (fijando una significación del 5%; el contraste Chi-cuadrado proporciona un p-valor de 0.287), si bien cabe destacar el reducido número de datos, ver tabla 2.

Tabla 2. Prueba Chi Cuadrado (Fuente: elaboración propia utilizando LibreOffice)

Test de independencia (Chi cuadrado)	
Alfa	0,05
Df	4
Valor P	0,287
Estadística da proba	5
Valor crítico	9,487

Fuente: Elaboración propia utilizando LibreOffice.

Continuación del análisis del cuestionario aplicado en la segunda clase

Siguiendo el análisis de los resultados obtenidos en el cuestionario aplicado en la segunda clase, se puede concluir que la satisfacción en los estudiantes aumenta en la medida que eran capaces de conseguir el éxito de la tarea (estudiantes 2,3,5,6,7,9). En otros estudiantes que no tuvieron éxito en la realización de la tarea (estudiantes 1, 4), su satisfacción aumentó cuando percibieron que sus colegas si habían tenido resultados interesantes en la experiencia con RA (ver tabla 3). La tabla 4 refleja la conversión a datos cuantitativos realizada en este estudio.

Ventajas y limitaciones señaladas por los estudiantes

Los puntos positivos señalados fueron varios, los estudiantes consideraron las herramientas de RA como interesantes, novedosas, y que logran captar la atención tanto de docentes como de estudiantes. Visualizaron en las herramientas de RA múltiples posibilidades de aplicación y viabilidad funcional para sus propios proyectos. La RA puede ser útil para la resolución de conflicto entre estudiantes. Es una tecnología emergente e innovadora, útil y motivadora tanto para los estudiantes como para los profesores, por lo cual constituye un gran valor añadido en el proceso educativo. Los estudiantes señalaron, que a través del uso de la RA se puede acceder a recursos de la Web y crear enlaces relacionados a informaciones relevantes para los proyectos de cursos.

No obstante, los estudiantes también señalaron limitaciones, el 22% de los estudiantes percibió debilidad para el desarrollo de la tarea por la falta de competencias digitales que poseían; el 21% experimentó dificultad para aplicar la RA en sus proyectos por falta de ideas; un 36% planteó la necesidad de más

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27501 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

tiempo destinado al estudio de las herramientas presentadas y el 21% consideró las herramientas como poco flexibles.

Tabla 3. Cuestionario de valoración antes, durante y después de la actividad

En esta actividad se aplica al finalizar la segunda actividad docente, en la misma los estudiantes deben valorar la experiencia didáctica con RA en tres momentos diferentes: antes, durante y después de la actividad. Todo ello, analizando los parámetros de motivación, expectativas de uso de la RA, satisfacción y mejoras al proceso.	
Al no haber podido concretar ninguna propuesta de aplicación no podría decir que me encuentre satisfecho, pero en base a las ideas presentadas por mis compañeros SÍ que le veo una mayor aplicación y viabilidad funcional en mi propio proyecto.	Estudiante 1
Mis expectativas eran bastante bajas, pero mejoraron después de utilizar la herramienta ya que observé las múltiples posibilidades que ofrece. Limitaciones: se necesita estar registrado para poder ver la RA y si no estás familiarizado con el APP es bastante complicado para editar y publicar. Sugiero que el APP podría incorporar mejoras que la hiciera más intuitiva.	Estudiante 2
Estoy realmente satisfecho con la experiencia de RA, ya que conseguí ver una aplicación útil en mi proyecto. Concretamente aplique la RA a la resolución de conflicto entre estudiantes, utilizando la APP de Blippar. Las limitaciones que encontré fueron con la familiarización de la herramienta y el tiempo empleado.	Estudiante 3
Fue estresante porque no vi relación con mi proyecto, aunque creo que la RA es innovadora, útil y motivadora para los estudiantes.	Estudiante 4
Al principio no veía claro la posibilidad de aplicación de la RA en mi proyecto. Tras investigar sobre el Blippar he encontrado la forma de usar esta aplicación. La principal limitación considero que fue el tiempo destinado a la actividad, ya que me hubiera gustado más tiempo para ser más productivo y potenciar este recurso.	Estudiante 5
Creo que la RA es un gran valor añadido, al principio no sabía cómo aplicarla en mi proyecto. Me he sentido satisfecha porque he logrado crear algo. El idioma fue una limitación, la herramienta poco es flexible y hay poco uso de videos explicativos.	Estudiante 6
Creo que la RA es más que un instrumento de motivación, sin embargo, al principio no tenía claro cómo aplicarla en mi proyecto. A lo largo de la clase decidí que voy a utilizar la RA para acceder a recursos de la Web Compostela y crear enlaces relacionados a informaciones relevantes de mi proyecto. Me siento satisfecha con la experiencia, la considero interesante. Aunque propongo que se debería disponer de más tiempo para llevarla a cabo.	Estudiante 7
Al principio me sentí motivada con la propuesta de aplicar la RA en mi proyecto, pero después me sentí perdida a la hora de aplicarla en mi proyecto. Las limitaciones que tuve fueron la falta de ideas y propongo más tiempo destinado a experiencias de este tipo.	Estudiante 8

La RA me parece una herramienta interesante y novedosa que logra captar la atención tanto de docentes como de estudiantes. Por lo pronto no veo más limitaciones que las mías propias en el desempeño de la actividad y todo lo relacionado con las TIC.	Estudiante 9

Fuente: Elaboración propia utilizando LibreOffice.

Tabla 4. Conversión a datos cuantitativo realizada en este estudio

	Motivación			Expectativas de uso			Éxito de la tarea	Satisfacción		
	baja	media	alta	baja	media	alta		baja	media	alta
Estudiante 1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Estudiante 2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
Estudiante 3	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
Estudiante 4	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Estudiante 5	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
Estudiante 6	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
Estudiante 7	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
Estudiante 8	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Estudiante 9	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
Total	1	4	4	2	5	2	6	1	2	6

Fuente: Elaboración propia utilizando LibreOffice.

DISCUSIÓN

La integración de las TIC en el sistema educativo contemporáneo es una realidad, las tecnologías se colocan en una dimensión superior como único recurso que permite la continuidad del curso escolar de manera online y en este contexto surgen nuevas competencias digitales (San Nicolás, Vargas y Moreira, 2012; Castañeda Quintero y Adell, 2013, Fernández, Fernández y Cebreiro, 2016). Las instituciones educativas deben poner en marcha nuevos métodos y estilos de aprendizaje que aprovechen al máximo los recursos materiales, tecnológicos y humanos existentes (Fainholc, 2008). En este escenario, es necesario aumentar las investigaciones científicas y mejorar las políticas de gobiernos que garanticen armonía entre equidad e innovación en la Educación (Montoya, 2009; García Aretio, 2017; Vila Merino, 2012).

De la misma manera, las carencias formativas en nuevas competencias digitales que se demandan en la sociedad actual deben ser identificadas, es necesario una "alfabetización tecnológica" para formar estudiantes críticos en tecnologías avanzadas como requisito indispensable para el desarrollo profesional de la nueva generación (Marzal, 2008; Palomeque-Córdova, 2020; Aguaded Gómez, Marín Gutiérrez y Díaz Pareja, 2015). Las modificaciones curriculares con el fin de incorporar formación

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 137-157.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27501 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

en tecnologías avanzadas deben ser una prioridad (Labra, 2010) de esta forma trasciende el carácter instrumental de los medios y se logra integrar el conocimiento tecnológico avanzado con el conocimiento didáctico de su utilización (Ramírez García y González Fernández, 2016).

Por otro lado, el uso de dispositivos móviles inteligentes adquiere gran importancia en la educación, estos pueden contribuir a disminuir la brecha digital debido a la reducción de costes en equipamientos electrónicos y lo versátil que resultan estos dispositivos (Barroso Osuna y Cabero Almenara, 2016; Cabero Almenara, Fernández Robles y Marín Díaz, 2017). Las aplicaciones de la RA que permiten al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos o compuestos con el mundo real, a través de una pantalla de móvil convencional (Bogen, Wind y Giuliano, 2006; Noh, Sunar y Pan, 2009). En la educación, la RA permite a los estudiantes adquirir habilidades para el acceso, análisis, evaluación y producción creativa de nuevos conocimientos (Arribas, Gutiérrez, Gil y Santos, 2014). La RA tiene muchas posibilidades de aplicación en el terreno educativo, ayuda a aumentar la motivación en los estudiantes, contribuye a disminuir el tiempo necesario para comprender temas complejos, permite recrear ambientes difíciles de reproducir y permite la interacción entre objetos y recursos de diversas naturalezas (Wu, Lee, Chang y Liang, 2013). Algunos ejemplos de aplicación a varios dominios de aprendizaje fueron presentados en este trabajo como museos de juguetes, área de arqueología y restauración, juegos virtuales, tele-robótica y aplicación en el área de la ingeniería (Sarracino, 2014; Usó y García, 2014; Noh, Sunar y Pan, 2009; Marín, Sanz y Del Pobil, 2003; Toguchi, Sasaki, Mizuno y Shikoda, 2011).

El diseño de la experiencia didáctica con RA, promueve acciones formativas que contribuyen a la preparación del estudiante en el diseño, la producción y la utilización de los recursos virtuales con tecnología de RA. La deconstrucción de las clases supuso el análisis de información recolectada en dos niveles: descriptivo e interpretativo, para ello se segmenta la información recopilada, teniendo en cuenta diferentes fases: espacio-tiempo, contenido-método, discursos, interacción y ambiente (Stodolsky, 1991). Este estudio propició el compromiso de docentes-discentes para seguir trabajando en las prioridades que la educación actual exige, una formación sólida y la adquisición de nuevas competencias digitales. Los estudiantes se sintieron satisfechos al concluir la actividad, señalaron ventajas y limitaciones lo que contribuye al perfeccionamiento de nuevas experiencias futuras en otros dominios de aplicación (Candioti y Medina, 2007).

Para finalizar, el estudio piloto permite visualizar a los estudiantes en un nuevo rol como prosumidores de contenidos virtuales, lo que constituye una nueva competencia digital en los futuros profesionales de la educación, antes reservada a desarrolladores informáticos.

REFERENCIAS

Aguaded Gómez, J. I., Marín Gutiérrez, I., & Díaz Pareja, E. M. (2015). La alfabetización mediática entre estudiantes de primaria y secundaria en Andalucía (España). *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *18*(2), 275-298. https://doi.org/10.5944/ried.18.2.13407

Arribas, J. C., Gutiérrez, S. M., Gil, M. C., y Santos, A. C. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *17*(2), 241-274. https://doi.org/10.5944/ried.17.2.12686

Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence Teleoperators and Virtual Environments, 6*(4), 355-385. https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355

Barroso Osuna, J. M., y Cabero Almenara, J. (2016). Evaluación de objetos de aprendizaje en realidad aumentada: estudio piloto en el grado de Medicina. *Enseñanza & Teaching, 34*(2), 149-167. http://hdl.handle.net/11441/51387

Bogen, M., Wind, J., y Giuliano, A. (2006, October). ARISE–Augmented Reality in school environments. In European Conference on Technology Enhanced Learning (pp. 709-714). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11876663_77

Cabero Almenara, J., Fernández Robles, B., y Marín Díaz, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *20*(2), 167-185. https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17245

Cabero Almenara, J., y García, F. (2016). Realidad aumentada. Tecnología para la formación. Madrid: Síntesis [Reseñas]. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación, 49*, 241-242. https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/view/61727

Castañeda Quintero, L. J., y Adell, J. (2013). *Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red*. Editorial Marfil. http://www.um.es/ple/libro/

Deshpande, S., Kank, T., Armanyous, M., Singh, S., y Kalita, M. (2020). Improvised learning for pre-primary students using augmented reality. *TechRxiv*. Preprint. I: https://doi.org/10.36227/techrxiv.12056046.v1

Dunleavy, M., Dede, C., y Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of science Education and Technology*, *18*(1), 7-22. https://www.jstor.org/stable/23036161. https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1

De la Horra Villacé, I. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *Edmetic*, *6*(1), 9-22. https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5762

El-Hakim, S. F., Beraldin, J. A., Picard, M., y Godin, G. (2004). Detailed 3D reconstruction of large-scale heritage sites with integrated techniques. *IEEE computer graphics and applications*, *24*(3), 21-29. https://doi.org/10.1260/147807709788549439

Escartín, E. R. (2000). La realidad virtual, una tecnología educativa a nuestro alcance. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, *15*, 5-21. http://hdl.handle.net/11441/45510

Fainholc, B. (2008). De cómo las TICs podrían colaborar en la innovación socio-tecnológico-educativa en la formación superior y universitaria presencial. *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*, *11*(1), 53-79. https://doi.org/10.5944/ried.1.11.956

Fernández de la Iglesia, J. C., Fernández Morante, M. C., y Cebreiro López, B. (2016). Desarrollo de un cuestionario

de competencias en TIC para profesores de distintos niveles educativos. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, *48*, 135-148. https://doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i48.09

García Aretio, L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *20*(2), 9-25. https://doi.org/10.5944/ried.20.2.18737

García-Ruiz, R., Aguaded, I., y Bartolomé, A. R. (2017). La revolución del 'blended learning' en la educación a distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 2*(1), 25-32. https://doi.org/10.5944/ried.21.1.19803

Klopfer, E. (2008). *Augmented learning: Research and design of mobile educational games*. MIT press. https://www.jstor.org/stable/40607096?seq=1. https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262113151.001.0001

Klopfer, E., y Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational technology research and development*, *56*(2), 203-228. https://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6

Johnson, L., Levine, A., Smith, R., y Stone, S. (2010). Simple augmented reality. *The 2010 Horizon Report, 1*. https://eric.ed.gov/?id=ED510220

Labra, J. P. (2010). Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet. Archidona, Aljibe. *Revista Fuentes*, *10*, 222-225. http://hdl.handle.net/11441/32884

Marín-Díaz, V., y Sampedro-Requena, B. E. (2020). La Realidad Aumentada en Educación Primaria desde la visión de los estudiantes. *Alteridad. Revista de Educación, 15*(1), 61-73. http://dx.doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.05

Marín, R., Sanz, P. J., y Del Pobil, A. P. (2003). The UJI online robot: An education and training experience. *Autonomous Robots*, *15*(3), 283-297. https://doi.org/10.1023/A:1026220621431

Marshall, C., & Rossman, G. B. (2014). *Designing qualitative research*. Sage publications. https://escholarship.org/uc/item/3m25g8j8

Marzal, M. Á. (2008). La alfabetización en información como dimensión de un nuevo modelo educativo: la innovación docente desde la documentación y los CRAI. *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*, *11*(2), 41-66. https://doi.org/10.5944/ried.2.11.930

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., y Kishino, F. (1995, December). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *In Telemanipulator and telepresence technologies*, *2351*, (282-292). International Society for Optics and Photonics. https://doi.org/10.1117/12.197321

Montoya, M. S. R. (2009). Recursos tecnológicos para el aprendizaje móvil (mlearning) y su relación con los ambientes de educación a distancia: implementaciones e investigaciones. *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*, *12*(2), 57-82. http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:revistaRied-2009-12-2-2040

Noh, Z., Sunar, M. S., y Pan, Z. (2009, August). A review on augmented reality for virtual heritage system. In *International conference on technologies for E-learning and digital entertainment* (pp. 50-61). https://doi.org/10.1007/978-3-642-03364-3_7

Palomeque-Córdova, I. D. T. (2020). Córdova, I. P. (2020). Programa de alfabetización tecnológica para los estudiantes universitarios. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, *5*(1), 477-499. doi: 10.23857/pc.v5i01.1234

Preissle, J. (2008). How to be an inspired qualitative methodologist: learning from

Egon Guba and his work. https://doi.org/10.1080/09518390802489014

Ramírez García, A., y González Fernández, N. (2016). Competencia mediática del profesorado y del alumnado de educación obligatoria en España. *Revista Científica de Educomunicación, Comunicar,* 49, 49-58. https://doi.org/10.3916/C49-2016-05

San Nicolás, M. B., Vargas, E. F., y Moreira, M. A. (2012). Competencias digitales del profesorado y alumnado en el desarrollo de la docencia virtual. El caso de la Universidad de La Laguna. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana, 14*(19). https://doi.org/10.9757/Rhela.19.10

Sarracino, F. (2014). ¿Mejora la Realidad Aumentada el aprendizaje de los alumnos? Una propuesta de experiencia de museo aumentado. *Revista Profesorado, 18*(3), 473,491. http://hdl.handle.net/10481/34531

Stodolsky, S. S. (1991). *La importancia del contenido en la enseñanza: Actividades en las clases de matemáticas y ciencias sociales*. Madrid: Paidós.

Toguchi, A., Sasaki, H., Mizuno, K., y Shikoda, A. (2011). Build a prototype of new e-Learning contents by using the AR technology. In *Engineering and Information Systems, Technologies and Applications 2011, The 5th International Multi-Conference on Society* (pp. 261-264). https://api.semanticscholar.org/CorpusID:164215686

Usó, J. M., y García, A. C. (2014). Aplicación de las nuevas tecnologías para la difusión didáctica del patrimonio. *Tejuelo: Didáctica de la Lengua y la Literatura. Educación*, *9*, 779-788. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5385972

Van Teijlingen, E., y Hundley, V. (2002). The importance of pilot studies. *Nursing Standard 16*(40), 33. 10.7748/ns2002.06.16.40.33.c3214

Vila Merino, E. S. (2012). Ciudadanía, equidad e innovación: reflexiones sobre la política de responsabilidad social de las universidades. *Innovación educativa (México, DF)*, *12*(59), 61-85. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-26732012000200006&script=sci_abstract

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., y Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, *62*, 41-49. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LAS AUTORAS

Inés María González Vidal. Miembro del Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (Tecnoeduc). Líneas investigación e-learning, hipermedia adaptativa, sistemas de información. Fue profesora de la Facultad de Contabilidad y Finanzas, Universidad de la Habana y profesora sustituta del Instituto de Computación, Universidad Federal de Alagoas. Actualmente vinculada al programa de Equidad e Innovación de la Facultad de Educación de la Universidad de Santiago de Compostela. https://orcid.org/0000-0003-0559-0321
E-mail: inesmaria.gonzalez@rai.usc.es

Beatriz Cebreiro López. Directora del Grupo de Investigación Tecnología Educativa (Tecnoeduc) con código GI-1438. Experta en Tecnología Educativa. Líneas investigación e-learning, innovación con TIC. Fue directora del Campus Virtual y del Plan de Formación del Profesorado Universitario de la Universidad de Santiago de Compostela. Miembro de la Asociación Internacional para el desarrollo la Tecnología Educativa y de las Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación (Edutec) y del observatorio gallego de e-learning. https://orcid.org/0000-0003-2064-915X
E-mail: beatriz.cebreiro@usc.es

Lorena Casal Otero. Miembro del Grupo de Investigación en Tecnología Educativa de la Universidad de Santiago de Compostela. Hasta el año 2018, técnico e-Learning en el Centro de Tecnologías de Aprendizaje de la USC, responsable de la gestión del Campus Virtual de la Universidad. Docente en diferentes actividades formativas relacionadas con uso didáctico de las TIC realizadas a través del Plan de Formación en Innovación Docente de la USC. https://orcid.org/0000-0002-0906-4321
E-mail: lorena.casal@usc.es

Dirección:
Facultad de Ciencias de la Educación
Campus Vida: Rúa Prof. Vicente Fráiz Andón, s/n.
Universidade de Santiago de Compostela

Fecha de recepción del artículo: 12/05/2020
Fecha de aceptación del artículo: 03/07/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 13/08/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

A Review of Virtual Reality-Based Language Learning Apps

(Una revisión de apps de realidad virtual para el aprendizaje de idiomas)

Anke Berns
Salvador Reyes-Sánchez
Universidad de Cádiz, UCA (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27486

How to reference this article:
Berns, A., & Reyes-Sánchez, S. (2021). A Review of Virtual Reality-Based Language Learning Apps. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 159-177. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27486

Abstract

Research in the area of mobile-assisted language learning (MALL) has shown that the use of mobile devices such as smartphones may offer multiple opportunities for supporting foreign language learning. In addition, the development and increasing accessibility of emerging technologies such as virtual reality (VR) has opened new perspectives in the area of MALL, paving the way for a new research field called virtual reality assisted language learning (VRALL). In this context, the present study aims to identify the trends as well as challenges of VRALL by analysing the most popular of the currently available VR apps that can be downloaded from commercial platforms such as *Google Play Store* and *App Store*. However, results suggest that most of the retrieved apps are not specifically designed for foreign language learning, although they can be used for such a purpose. Furthermore, very few of the apps explore the real potential of VR, either providing novel teaching and learning approaches and new types of interaction, or offering novel learning scenarios that could allow the learner to experience a greater sense of immersion and thus facilitate the process of language immersion and language acquisition.

Keywords: educational software; language teaching; telecommunications; multimedia system.

Resumen

La investigación en el área del aprendizaje de lenguas asistido por dispositivos móviles (MALL) muestra que el uso de dispositivos móviles como los smartphones ofrecen una gran

variedad de posibilidades para facilitar el aprendizaje de lenguas extranjeras. Además, el desarrollo y fácil acceso a las tecnologías emergentes como la realidad virtual (RV) han abierto nuevas posibilidades en el área de MALL, preparando el terreno para un nuevo campo de investigación llamado aprendizaje de lenguas asistido por realidad virtual (VRALL). En este sentido, el presente estudio intenta identificar tanto las tendencias como los retos de VRALL mediante el análisis de las apps de RV más populares que pueden descargarse actualmente de plataformas comerciales como *Google Play Store* y *App Store*. Sin embargo, los resultados indican que la mayoría de las apps encontradas no están diseñadas específicamente para el aprendizaje de lenguas extranjeras, aunque pueden usarse con este fin. Además, muy pocas apps exploran el verdadero potencial de la RV, ya sea proporcionando nuevos enfoques de enseñanza-aprendizaje, nuevos tipos de interacción u ofreciendo nuevos escenarios de aprendizaje que permitan al aprendiente experimentar una mayor sensación de inmersión, y, por tanto, faciliten el proceso de inmersión lingüística y adquisición de la lengua.

Palabras clave: software educativo; enseñanza de lenguas; telecomunicación; sistema multimedia.

The increasing advancements of mobile technologies and the accessibility of new and more sophisticated technologies such as virtual reality (VR), headsets, glasses, gloves and handsets, have created new opportunities for supporting teaching and learning processes across all areas of education, including foreign language learning (Andujar & Buchner, 2019; Dobrova et al., 2017; Frazier et al., 2018; Freina & Ott, 2015; Radianti et al, 2020). In fact, VR has been described by Rogers (2019) as the learning aid of the 21st century. In this sense, Jensen and Konradsen (2018) have pointed out the enormous potential of VR technologies to foster the acquisition of cognitive skills, psychomotor skills as well as affective skills. These observations are also in line with those made by other researchers (Chavez & Bayona, 2018; Krokos et al., 2019; Radianti et al, 2020), who have seen the potential of VR, especially, in facilitating students to better retain information and knowledge and to apply these to real world situations. In this context, one of the main affordances of VR technology is that novel learning scenarios could be developed offering students highly immersive and interactive "real-world" environments (Lee & Wong, 2008; Merchant et al., 2014; Ryan, 2015; Walsh & Pawlowski, 2002). Such environments could allow students to move in and directly interact with the environment itself, rather than interacting by means of avatars, which until today has been the norm when learning through virtual environments such as *Second Life* or multiplayer online games (Berns et al., 2013; Christoforou et al., 2019; Lin & Lan, 2015). By using technologies such as VR-headsets (e.g., Google Cardboard or Samsung Gear VR) in combination with mobile devices such as smartphones, learning processes, in general, and foreign language learning, in particular, could be enriched, providing learners with novel opportunities to experience and practice learning contents in environments that are

usually difficult to implement in conventional learning environments (Freina & Ott, 2015).

In this context, the purpose of the current study is to explore the use of the most recent VR technologies in a very specific area of education, which is foreign language learning and to provide language teachers and researchers with an overview of the currently available and accessible VR-based language learning apps by identifying both current trends in the area of VRALL as well as future challenges. With this purpose in mind, the present study analyses 17 of the most downloaded and popular VR-based apps from commercial platforms such as *Google Play Store* and *App Store*. Throughout the analysis, the authors intend to give answers to the following research questions (RQ):

RQ1: What kinds of teaching/learning approaches do commercial VR-based apps provide?

RQ2: Do the apps provide novel opportunities for language immersion?

RQ3: What kinds of interaction modes do the apps provide?

RQ4: What kinds of learning scenarios do the apps provide?

RQ5: What kinds of learning content and language competencies do the apps focus on?

RQ6: What kinds of feedback do the apps provide to guide learners through their learning process?

LITERATURE REVIEW

A review of the literature shows that although VR is not a new concept and appeared a long time ago (Freina & Ott, 2015) and in many different forms (Berns et al., 2013; De Freitas, 2006; Garrido-Iñigo & Rodríguez-Moreno, 2015; Jauregi et al., 2011; Lin & Lan, 2015), the understanding of VR and its characteristics have changed throughout time due to the rise of new and more sophisticated technologies (Andujar & Buchner, 2019). Currently, VR is understood as "(...) replacing one's surroundings with new digitally created environments through the use of a head mounted display (...)", providing "(...) new ways (...) to immerse users in wholly novel situations and environments" (Lege & Bonner, 2017, p. 149). While VR originally gained popularity in the sector of entertainment and especially video gaming, it soon started attracting the interest of a wide range of disciplines and fields from medicine and science to education and, more specifically, foreign language learning (Freina & Ott, 2015; Lege & Bonner, 2017; Radianti et al, 2020). With regard to foreign language learning, the use of VR technology could allow learners -especially those with few or no possibilities to travel abroad and hence to acquire the target language through authentic and immersive environments- to have opportunities to experience language and cultural immersion through "real-world" environments (Christoforou et al., 2019; Chung, 2012; Dede, 2009). Some interesting attempts in this direction have been made by studies such as the one carried out by researchers from the Kanda

University of International Studies (Japan) who employed VR 360 videos to place their English-language learners in the middle of "real world" situations (Frazier & Roloff-Rothman, 2019). The purpose of the study was fostering students' language skills while raising awareness of global issues such as world religions, environmental issues or the global increase in nationalism or populism. Regarding the added value of using VR 360 videos versus conventional videos, the authors underline especially the fact that students not only felt they were immersed in the world projected but could also take their time exploring the details of the different environments. In addition, the stories told by the people they encountered became more tangible, which allowed greater emotional connections with the videos' subjects as well as a deeper sense of understanding (Frazier & Roloff-Rothman, 2019).

Another interesting attempt to explore the possibilities of VR 360 videos to strengthen foreign language learning was undertaken by researchers from the University of Cádiz (Spain) who developed a VR German-language app called *Let's date!* This app aims at fostering students' listening and speaking skills (Berns et al., 2018). By means of VR 360 videos, the app permits learners to immerse themselves in a "real world" scenario (in this case a "dating agency") and to interact with "real people" (in this case with one of the employees of the dating agency). To this end, the app implements a chatbot, that is, a software program able to simulate human conversations with the users by employing natural language (Berns et al., 2018). Interaction takes place by means of voice commands that must be sent by the learner in response to the questions posed by the chatbot. By gathering and storing the answers given by each user of the app, the system is able to constantly enrich the corpus of possible answers, taking into account possible differences amongst users, both in terms of content as well as linguistic forms, and thus creating an environment similar to "real world" interaction (Berns et al., 2018). What distinguishes the app from other VR apps that can be found in the literature (Christoforou et al., 2019; Legault et al., 2019) is, amongst others, its adaptive and constructivist learning approach that permits learners to actively participate in the construction of their own knowledge (Berns et al., 2019).

Another interesting app to promote foreign language learning through interactive VR 360 videos and VR headsets has recently been developed by researchers from the University of Tampere (Finland). The app, called *CityCompass VR*, has been developed for English, German and Finnish (but is easily scalable for other languages) and aims at promoting situational and collaborative conversational language learning by means of way-finding tasks situated in panoramic views of a city (Kallioniemi et al., 2016; Kallioniemi et al., 2019). To this end, two remotely located students (each one taking a different role) must work collaboratively by navigating panoramic views of a given city (e.g., Berlin, Tampere or New Delhi) and exchange relevant information to reach a preassigned destination. Communication as well as interaction amongst players takes place via head-mounted devices (HMD).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 159-177.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27486 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Another study that explores the potential of VR to promote foreign-language learning not only through the use of VR 360 videos and VR headsets but also through the use of VR handsets is the one carried out by researchers from the Pennsylvania State University (USA) (Legault et al., 2019). The study was undertaken with native English undergraduate students and aimed at measuring the impact of immersive VR applications on students' vocabulary learning versus conventional methods such as word-word paired association (WWA) through paper-based learning materials. To this end, the authors tested the learning impact of two different VR apps: one situated in a *VR zoo* and another one situated in a *VR kitchen*. Both focused on the teaching of vocabulary items in Mandarin Chinese. The results obtained from the study highlight not only significant differences in terms of students' learning outcomes when using VR apps compared to when they use conventional learning materials such as WWA, but also differences depending on the app learners had used (*VR zoo* or *VR kitchen*). Interestingly, those students who used the *VR kitchen* app obtained better learning results than those who used the *VR zoo* app. Such differences are seen as consequences of the different interaction modes each app provides. Whilst the *VR kitchen* app provides learners with more opportunities to interact with the virtual environment and its objects, the *VR zoo* offers a greater degree of spatial navigation. Nonetheless, the results from the study seem to indicate that a greater degree of interaction is more beneficial for learning than, for instance, a greater degree of spatial navigation (Legault et al., 2019).

A review of the literature regarding the use and developments of VR apps to enhance foreign-language learning reveals that while there has been a growing trend toward exploring the potential of VR technologies to promote new ways of learning (e.g., situation-based learning, experiential and explorative learning, amongst others) and interaction, most of the apps are not available. This means that language teachers and learners currently rely on commercial apps, many of which are available for free on platforms such as *Google Play Store* or *App Store*.

METHODOLOGY

Research design

For the current study, 17 of the most downloaded and popular apps for Apple iOS and Google Android mobile phones were analysed (Table 1). The study that has been carried out is a qualitative one, based on an explorative-descriptive approach that intends to analyse the presence or lack of a number of different methodological aspects and learning contents related to foreign language learning and the use of VR (i.e., types of immersion and interaction, types of language instruction and feedback provided, kinds of learning scenarios and learning/teaching approaches used, etc.) For the analysis the authors have used a previously established set of criteria (https://figshare.com/articles/VR_apps_analysed/12280544) that allowed them

not only to identify the main characteristics of the currently available commercial VR-based language apps, but also possible future challenges.

Selection of apps

The list of the selected apps for the analysis was obtained from a search carried out on two of the most popular commercial platforms: *Google Play Store* (for *Google Android*) and *App Store* (for *Apple iOS*). The search was done on 24 December 2019, and the key terms that were used to identify the apps were "VR and Language Learning" and "VR and Foreign Language Learning. The search on both platforms resulted in a total of 50 apps (i.e., 44 apps from *Google Play Store* and 6 from *App Store*), from which, however, 33 had to be excluded since they were related only to language learning but not to VR technology. Regarding the apps excluded, 31 were from *Google Play Store* and 2 from *App Store*.

In both cases, the exclusion criteria were based either on the fact that an app was not related to VR technology or that the platform did not provide any access to the respective app. Finally, 17 apps out of the total number of apps retrieved were selected for the current analysis. Nonetheless, it is worth mentioning that although all of them belong to the category of education, not all of them focus on language learning or are specifically designed for foreign language learning. The remaining apps were organized in a dataset and filtered out based on the number of downloads registered by each platform (Table 1).

Table 1. Selection of 17 VR-based language learning apps

App name	Year of publication	Price	Nº of downloads	Last revision
Fulldive VR	2015	Free + In-App	5000000+	Feb. 2019
Sites in VR	2013	Free	1000000+	Jan. 2019
Within	2016	Free	1000000+	Dec. 2019
Acropolis Interactive educational 3D	2015	Free	100000+	May 2019
VirtualSpeech - VR Courses	2016	Free	50000+	Nov. 2019
VR Education & learning 360	2016	Free	10000+	Dec. 2016
Beyond VR	2017	Free	10000+	Aug. 2018
Tower of London interactive educational VR 3D	2018	Free	10000+	Feb. 2019
Learn English VR-House	2018	Free	1000+	Jul. 2018

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 159-177.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27486 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

App name	Year of publication	Price	Nº of downloads	Last revision
Mondly VR	2017	€3.89	1000+	Mar. 2019
VR Learn English in 3D	2016	Free	1000+	Oct. 2016
VR Speech	2019	Free + In-App	500+	Nov. 2019
ELC VR Job Interviews	2019	Free	50+	Jul. 2019
VR Word Chase	2016	Free (App Store); €0.99 (Google Play)	50+	Dec. 2016
Virtual MISLS	2019	Free	10+	Jun. 2019
ESSA-VR/AR-Language Learning	2018	Free	n/a	n/a
Flashcard VR for Google Cardboard	2016	Free + In-App	n/a	Dec. 2016

Survey instrument and analysis of the apps

In order to answer the different RQs posed at the beginning of our research and to identify current trends as well as future challenges regarding the development of VR-based apps, we designed a survey instrument based on the model proposed by (Heil et al., 2016) and adapted by us to the research topic and questions addressed. In line with the questions, the following aspects were addressed: languages and operating system supported, monetization, target students, levels, language content and language competencies, topics and learning scenarios, visual input and types of immersion, teaching/learning approaches provided, types of interaction and feedback provided (Table 2).

Table 2. Overview of the topics and aspects analysed

Topics addressed	Aspects analysed
Languages Supported	Languages that are addressed by the apps
Operating Systems supported	Apple iOS; Google Android
Monetization	**None:** freely accessible **Pay to unlock:** flat fee to access languages and/or levels **Subscription:** user must pay a recurring fee to access the app **In app-ads:** advertisement is delivered

Topics addressed	Aspects analysed
Target students & levels	**Preliminary testing:** users are asked to test their language level by filling in a given language test. **Option to test out activities/levels:** users can test out activities/ levels they want to work on before selecting a specific category. **Manual level selection:** users can freely choose the level at which they want to train.
Language Contents/ Modes of instruction (vocabulary, grammar, pronunciation)	**Vocabulary-isolated units:** vocabulary is presented out-of-context and not related to the virtual environment. **Vocabulary in-context:** vocabulary is presented in-context and related to the virtual environment. **Implicit grammar instruction:** users must deduce grammar rules through context. **Explicit grammar instruction:** rules are explained prior to the activity or when users make a mistake. **No grammar instruction:** grammar is neither explicitly nor implicitly addressed. **Pronunciation:** users are asked to pronounce words or sentences from a given audiofile.
Language Competences (listening, reading, speaking)	**Listening:** users must focus on different words, sentences, conversations or speeches/passages by listening to an audiofile. **Reading:** users must focus on different words, sentences, conversations or speeches/passages by reading them. **Speaking:** users practice speaking by reading out loud words/ sentences, by interacting with a chatbot or giving a speech in front of a virtual audience.
Topics/Learning Scenarios	**Everyday scenarios:** language learning takes place through "real-world" scenarios (e.g., a shop, house, restaurants, etc.). **Culture-specific scenarios:** language learning takes place through culture-specific scenarios (e.g., important museums, monuments, etc.). **Professional/academic scenarios:** language learning takes place through professional/academic scenarios (e.g., meeting rooms, conference or lecture rooms, etc.).
Types of Immersion	**Spherical recordings & panoramic images:** real-world images and environments are provided through 360-degree recordings. **Virtual environment:** computer-generated environments are provided.
Teaching/ Learning Approaches	**Drill-based learning:** learning takes place through systematic repetition of vocabulary and grammar items. **Adaptive learning:** customized resources and learning activities are provided to address the user's learning needs. **Constructive learning:** learners construct their own knowledge by actively participating in their learning process.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 159-177.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27486 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Topics addressed	Aspects analysed
	Task-based learning: learners are required to use the target language to accomplish a real-world activity. **Explorative learning:** learning takes place through exploration. The user acquire knowledge by exploring and discovering different ways of solving a given task inferring the rules behind it. **Experiential learning:** learning is based on observation and interaction with the environment. **Situated-based learning:** learning content is contextualized.
Types of Interaction	**Interaction with chatbots:** users interact with a chatbot through guided conversations and by selecting their answers from different options provided by the app. **Sending voice commands:** users must send a voice message to perform a task, or interact with a chatbot or virtual environment. **Interaction with the virtual environment:** users interact with the virtual environment by means of visual contact, touch gestures or voice commands. **Visual contact:** users focus on virtual objects by moving around the virtual environment and with the help of a VR headset. **Touch gestures:** users interact with the app by means of their fingers, hands, gloves or handsets. **Selecting the correct answer:** users select answers from various possible answers.
Feedback	**None:** no feedback is provided on the correctness of an answer. **Sound effects:** different sounds indicate correctness or incorrectness of an answer. **Visual feedback:** colours or icons indicate correctness or incorrectness of an answer. **Corrective feedback but no editing of mistake required by the user:** feedback is provided but with no need to correct the committed mistakes in order to be allowed to perform the next task. **Simple textual feedback:** short feedback on incorrect answers is provided. **Textual explanation:** rationale for incorrectness of the answer is provided. **Corrective feedback with editing of mistake:** users receive feedback on their mistakes and must revise and correct them before being allowed to perform the next task. **Hint or suggestion:** users are provided with a hint or suggestion in order to revise and correct their mistakes.

ANALYSIS AND RESULTS

With a view to addressing the aforementioned goals, we will first describe and then evaluate the findings of our analysis.

Languages supported

A look at the languages supported by the analysed apps reveals that only 4 out of 17 (23.53%) apps are multilingual: *Acropolis Interactive educational 3D* (16 languages), *Mondly VR* (16 languages), *Tower of London interactive educational VR 3D* (16 languages) and *Flashcard VR for Google Cardboard* (3 languages). The rest of the apps focus solely on one language, which is English (13 out of 17, 76.47%). With regard to the languages that are supported the most, we could identify English as the most popular language (17 out of 17 apps, 100%), followed by French and Spanish (4 out of 17 apps, 23.53%) and finally, German, Italian, Japanese, Portuguese, Russian, Turkish, Arabic, Chinese, Polish, Swedish, Korean, Finnish and Greek (3 out of 17 apps, 17.65%). Other languages that are taught are Thai and Hindi/Urdu (1 out of 17 apps, 5.88%).

Operating systems supported

Most of the analysed apps (10 out of 17, 58.82%) are available on *App Store* as well as *Google Play Store* and are thus supported by two operating systems: Apple iOS and Google Android (*Fulldive VR*, *Sites VR*, *Acropolis Interactive educational 3D*, *VirtualSpeech-VR Courses*, *Beyond VR*, *Virtual MISLS*, *ELC VR Job Interviews*, *VR Word Chase*, *VR Learn English in 3D*, *Within*). Five out of 17 apps (29.41%) are available only for Google Android (*Mondly VR*, *Tower of London interactive educational VR 3D*, *VR Education & learning 360*, *VR Speech*, *Learn English VR-House*), followed by two apps (11.77%) that are only available for Apple iOS (*Flashcard VR for Google Cardboard*, *ESSA-VR/AR-Language Learning*).

Monetization

12 out of 17 apps (70.59%) are freely accessible, with no payment required to unlock either levels or languages (*Fulldive VR*, *Sites in VR*, *Acropolis Interactive educational 3D*, *Virtual MISLS*, *ELC VR Job Interviews*, *VR Word Chase*, *ESSA-VR/AR-Language Learning*, *VR Learn English in 3D*, *Within*, *Tower of London interactive educational VR 3D*, *VR Education & learning 360*, *Learn English VR-House*). Unlike those, three apps (17.65%) require users to pay a flat rate to unlock languages and/or levels (*Flashcard VR for Google Cardboard*, *Beyond VR*, *VR*

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 159-177.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27486 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Speech) and two apps (11.77%) need a subscription to access the app (*Virtual Speech-VR Courses*, *Mondly VR*).

Target students and levels

None of the apps analysed specify the app's target students and only 1 out of 17 apps (5.88%) allows the users to manually select the levels they want to practice (*VR Speech*), whereas the rest of apps (94.12%) do not offer any placement test.

Learning content

Although the analysis has shown that 8 out of 17 apps (47.06%) focus on vocabulary learning and/or pronunciation (*VR Word Chase*, *Mondly VR*, *VR Education & learning 360*, *Flashcard VR for Google Cardboard*, *VR Speech*, *VR Learn English in 3D*, *Learn English VR-House, ESSA-VR/AR-Language Learning*), some of them (4 out of 8, 50%) also focus on grammar (*VR Word Chase*, *Mondly VR*, *VR Education & learning 360*, *VR Speech*). At the same time, there are other apps (9 out of 17, 52.94%) that allow their users to practice aspects such as fluency or communication skills that go even beyond foreign language learning (*Fulldive VR*, *Sites in VR*, *Acropolis Interactive educational 3D*, *VirtualSpeech-VR Courses*, *Beyond VR*, *Virtual MISLS*, *ELC VR Job Interviews*, *Within*, *Tower of London interactive educational VR 3D*).

Language competencies

The majority of the apps (13 out of 17 apps, 76.47 %) analysed focus on practicing several competencies at the same time. Those competencies are mainly reading and listening, although 5 out of 13 apps also provide opportunities to practice speaking (*VirtualSpeech-VR Courses*, *Beyond VR*, *VR Word Chase*, *Mondly VR*, *VR Speech*). Another 4 out of 17 apps (23.53%) focus solely on one competence, that is, either speaking (*ESSA-VR/AR-Language Learning*) or reading (*Acropolis Interactive educational 3D*, *Sites in VR*, *Tower of London interactive educational VR 3D*).

Topics and learning scenarios

With regard to the topics and learning scenarios addressed, 6 out of 17 apps (35.29%) are based on culture-specific scenarios such as important museums, monuments, etc. (*Sites in VR*, *Acropolis Interactive educational 3D*, *Virtual MISLS*, *Flashcard VR for Google Cardboard*, *ESSA-VR/AR-Language Learning*, *Tower of London interactive educational VR 3D*), while five apps (29.41%) focus on everyday scenarios such as a shop, house or restaurant (*VR Word Chase*, *Mondly VR*, *VR*

Learn English in 3D, *VR Speech*, *Learn English VR-House*). Additionally, there are three apps (17.65%) which focus on both everyday scenarios as well as culture-specific scenarios (*Fulldive VR*, *Within*, *VR Education & learning 360*). Finally, there are another three apps (17.65%) that focus on professional and academic scenarios, providing users with opportunities to practice skills such as giving a speech in public, practicing a job interview, etc. (*VirtualSpeech-VR Courses*, *Beyond VR*, *ELC VR Job Interviews*).

Visual input and types of immersion

Regarding the types of immersion provided by the apps, most of the apps (12 out of 17, 70.59%) are built on virtual environments (*Acropolis Interactive educational 3D*, *VirtualSpeech-VR Courses*, *Beyond VR*, *Flashcard VR for Google Cardboard*, *ELC VR Job Interviews*, *VR Word Chase*, *ESSA-VR/AR-Language Learning*, *Mondly VR*, *VR Learn English in 3D*, *Tower of London interactive educational VR 3D*, *VR Speech, Learn English VR-House*), while only three of the 17 apps (17.65%) provide spherical recordings or panoramic images by means of VR 360 images and/or videos (*Sites in VR, Virtual MISLS, VR Education & learning 360*), followed by two apps (11.77%) that provide spherical recordings and computer-generated environments (*Fulldive VR, Within*).

Teaching/learning approaches and learning dynamic

The analysis has shown that there is a clear trend towards situated-based learning, with 9 out of 17 apps (52.94%) providing such learning (*VR Learn English in 3D*, *Learn English VR-House*, *Fulldive VR*, *Sites in VR*, *Acropolis Interactive educational 3D, Virtual MISLS, Within*, *Tower of London interactive educational VR 3D, Mondly VR*), followed by 4 out of 17 apps (23.53%) that promote task-based learning (*VirtualSpeech-VR Courses*, *Beyond VR*, *ELC VR Job Interviews*, *VR Speech*) and three (17.65%) drill-based learning (*Flashcard VR for Google Cardboard*, *VR Word Chase*, *VR Education & learning 360*). Interestingly, only 1 out of 17 apps (5.88%) explores the potential of VR technology to harness explorative learning (*ESSA-VR/AR-Language Learning*), while none of the apps explore adaptive, constructive or experiential learning approaches. At the same time, it is notable that all of the 17 apps focus on individual learning and none on collaborative learning.

User interaction and interaction modes

The most frequently used interaction modes are clearly those based on visual contact (13 out of 17, 76.47%) and touch gestures (12 out of 17, 70.59%). Less frequently used interaction modes are voice commands (8 out of 17 apps, 47.10%)

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 159-177.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27486 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

and chatbots (5 out of 17, 29.41%). However, the analysis indicates that the majority of apps (11 out of 17, 64.71%) provide different modes of interaction. There are between two and four modes of interaction (*VirtualSpeech-VR Courses*, *Beyond VR*, *Mondly VR*, *VR Speech, ELC VR Job Interviews, ESSA-VR/AR-Language Learning*, *Fulldive VR, VR Word Chase, Sites in VR*, *Acropolis Interactive educational 3D, Tower of London interactive educational VR 3D)*. Only a few apps (6 out of 17) provide solely one mode of interaction *(Virtual MISLS*, *Flashcard VR for Google Cardboard, Within, VR Education & learning 360*, *Learn English VR-House*, *VR Learn English in 3D*); in these apps, users can interact either by means of touch gestures or visual contact.

Feedback

Concerning the feedback provided by the analysed apps, it is noteworthy that only 3 out of 17 apps (17.65%) provide their users with corrective feedback, requiring them to revise and correct their mistakes before completing the next task. This corrective feedback is provided by means of sound effects and/or visuals – colours and icons (*Mondly VR*, *VR Speech*, *VR Word Chase*). With regard to the rest of the apps analysed, five apps (29.45%) offer the users at least non-corrective feedback. The latter is provided either by means of visuals–colours, icons (*Beyond VR, ELC VR Job Interviews, ESSA-VR/AR-Language Learning*) – and sound effects (*Flashcard VR for Google Cardboard*) or by means of visuals – colours, icons – and simple textual feedback (*VirtualSpeech-VR Courses*). However, it is remarkable that the majority of the apps analysed (9 out of 17 apps, 52.94%) do not provide users with any kind of feedback on their performance (*Fulldive VR, Sites in VR*, *Acropolis Interactive educational 3D*, *Virtual MISL*, *VR Learn English in 3D*, *Within, Tower of London interactive educational VR 3D*, *VR Education & learning 360*, *Learn English VR-House*).

DISCUSSION

The results of the analysis of 17 VR apps highlight that the currently available apps on commercial platforms (e.g., *Google Play Store* and *App Store*) still explore very little of the potential of VR technology. Thus, in terms of teaching and learning approaches (RQ1: What kinds of teaching/learning approaches do commercial VR-based apps provide?), it is noteworthy that although 70.59% of the apps analysed support learning approaches such as situated-based learning (52.94%) or task-based learning (17.65%), which clearly favour language learning, less than 6% of the apps (e.g., *ESSA-VR/AR-Language Learning*) explore the opportunities for providing novel learning approaches (e.g., explorative, adaptive, constructive or experiential learning); i.e., learning approaches that are generally difficult to implement in conventional learning settings (i.e., classroom-based learning, MOOCs).

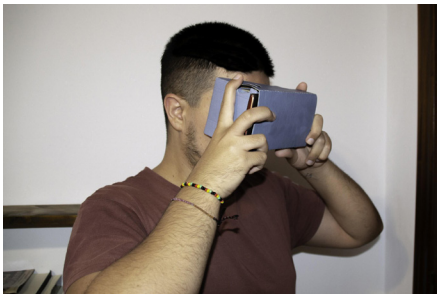
Nonetheless, it is promising that approaches such as drill-based learning are not prevalent (17.65%). Equally noteworthy is that none of the apps retrieved provide opportunities for fostering collaborative learning, for instance, oral interaction via voice messages with other learners. Instead, all 17 apps focus on individual learning.

Another trend that could be highlighted is related to the second research question (RQ2: Do the apps provide novel opportunities for language immersion?). With regard to language immersion it is remarkable that less than 20% of the apps provide truly immersive environments (e.g., *Sites in VR, Virtual MISLS, VR Education & learning 360*) that allow for experiencing emotions and feelings similar to those experienced in the real world.

Thus, it is surprising that despite the enormous opportunities that VR technology provide for creating highly immersive and "real world" environments (Berns et al., 2018, 2019; Frazier & Roloff-Rothman, 2019), only 17.65% of the apps explore the potential of VR 360 images and/or videos, followed by another 17.65% that provide computer-generated (and thus semi-immersive) environments with spherical recordings (e.g., *Fulldive VR, Within*). The rest of apps analysed are based on computer generated virtual environments which create a very low sense of immersion.

When analysing the third research question, which addresses the interaction modes provided (RQ3*:* What kinds of interaction modes do the apps provide?), it is striking that 64.71% of the apps offer multiple types of interaction: from interaction based on visual contact and touch gestures (which are amongst the most frequently used) to interaction by means of voice commands and/or chatbots. Only 35.29% of the apps provide only one type of interaction: either by means of visual contact or touch gestures. However, in the case of all apps analysed, interaction via touch gestures is still very basic in the sense that users are only allowed to select different options from the app's menu by means of a finger click (Figure 1).

Figure 1. Interaction via finger click



Such options usually refer either to the selection of the level, language and learning topic the user wants to focus on or to the selection of the correct answer.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 159-177.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27486 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Nonetheless, it is significant that none of the apps explore the opportunities VR technology offers for creating interactive environments in which interaction is similar to real-world interaction (Berns et al., 2018; Kallioniemi et al., 2019). This means, that none of the apps analysed permits the user to directly interact with the virtual objects by means of hands, gloves or handsets which could definitely increase the sense of immersion and learning impact, as highlighted by studies such as the one carried out by Legault et al. (2019).

Although the previous data suggest that the majority of commercial apps still face important challenges in terms of exploring novel teaching/learning approaches or developing highly immersive and interactive learning environments, there are nevertheless some promising results regarding the topics and learning scenarios provided. Thus, the analysis of the fourth research question (RQ4: What kinds of learning scenarios do the apps provide?) reveals that 82.35% of the apps provide culture-specific and/or everyday scenarios, followed by 17.65% that offer professional and academic training scenarios such as practicing a job interview or giving a speech in public. As a consequence, many of the apps retrieved offer its users those learning scenarios that are often difficult, if not, impossible, to implement in conventional learning settings. Hence, the use of VR technology could provide teachers and students with valuable opportunities to foster certain meaningful topics beyond class.

Equally promising results could be highlighted by the analysis of the fifth research question (RQ5: What kinds of learning content and language competencies do the apps focus on?). A look at the learning content addressed reveals that 52.94% of the apps focus on the practice of fluency (i.e., confidence, clarity, conciseness, rhythm of speech) and/or communication skills (i.e., verbal communication -listening, speaking; non-verbal communication -eye contact, tone of voice), followed by another 47.06% that supports vocabulary learning and/or pronunciation. Aspects such as grammar appear to be secondary and are included in only 8.50% of the analysed apps. With regard to the concrete language competencies addressed, 76.47% of the apps focus on the practice of several competencies at the same time, with a special focus on reading and listening, followed by speaking. Only a small percentage of apps (23.53%) focus solely on one competence, which are reading or speaking.

Another aspect that was of interest for our research on VR apps was to what extend the currently available apps help language learners in their learning process by providing, for instance, regular feedback (RQ6: What kinds of feedback do the apps provide to guide learners through their learning process?). Interestingly, only 17.65% of the apps (*Mondly VR*, *VR Speech*, *VR Word Chase*) provide their users with corrective feedback by means of visuals and/or sound effects, requiring them to revise and correct their mistakes before completing the next task, followed by another 29.45% (*Beyond VR, ELC VR Job Interviews, ESSA-VR/AR-Language Learning*, *Flashcard VR for Google Cardboard*) that provide non-corrective feedback (by means of visuals -colors, icons and simple textual feedback). However,

it is significant that the majority of apps (52.94%) do not provide users with any kind of feedback and thus guidance on their performance.

CONCLUSIONS AND FUTURE LINES OF RESEARCH

The results from our analysis suggest that VRALL, especially with regard to commercial apps, is still on the fringe. In this sense, there are still many challenges that need to be addressed in order to make the most of VR technology for enhancing foreign language learning. Amongst the primary challenges are especially those that involve a major exploration of immersive environments in which learners could experience not solely a greater feeling of immersion, but also a higher degree of "real world" interaction. To this end, learning approaches such as explorative, experiential, constructive and collaborative learning need to be explored much more in future applications. Moreover, the purpose of such approaches must consist of providing learners with more versatile opportunities to interact with the virtual environment in order to foster the acquisition of new knowledge related to the target language and culture, as well as to encourage its application to real-world situations. Other aspects that need to be addressed are those related to the development of more learner-centered applications, which requires an increasing implementation of adaptive learning models based on the use of artificial intelligence as well as the provision of regular feedback on the students' learning process.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was carried out as part of the VISAIGLE project, funded by the Spanish National Research Agency (AEI) with ERDF funds under grant ref. TIN2017-85797-R.

REFERENCES

Andujar, A., & Buchner, J. (2019). The potential of 3D virtual reality (VR) for language learning: an overview. In I. A. Sanchez, P. Isaias, P. Ravesteijn & G. Ongena (Eds.), *Proceedings of the 15th International Conference Mobile Learning 2019* (pp. 153-156). IADIS. https://doi.org/10.33965/ml2019_201903R002

Berns, A., González-Pardo, A., & Camacho, D. (2013). Game-like language learning in 3-D virtual environments. *Computers & Education*, *60*(1), 210-220. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.07.001

Berns, A., Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., & Dodero, J. M. (2018). Exploring the potential of a 360º video application for foreign language learning. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *TEEM'18. Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 776-780). ACM. https://doi.org/10.1145/3284179.3284309

Berns, A., Ruiz-Rube, I., Mota, J. M., Dodero, J. M., Castro, E., Ryynanen, O., & Werner, L. (2019). "Let's date!" A 360-degree video application to support foreign language learning. In F. Meunier, J. Van de Vyver, L. Bradley & S. Thouësny (Eds.), *CALL and complexity – short papers from EUROCALL 2019* (pp. 39-44). Research-publishing.net. https://doi.org/10.14705/rpnet.2019.38.983

Chavez, B., & Bayona S. (2018). Virtual Reality in the Learning Process. In Á Rocha, H. Adeli, L. Reis & S. Costanzo (Eds.), *Trends and Advances in Information Systems and Technologies. WorldCIST'18 2018* (pp. 1345-1356). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77712-2_129

Christoforou, M., Xerou, E., & Papadima-Sophocleous, S. (2019). Integrating a virtual reality application to simulate situated learning experiences in a foreign language course. In F. Meunier, J. Van de Vyver, L. Bradley & S. Thouësny (Eds.), *CALL and complexity – short papers from EUROCALL 2019* (pp. 82-87). Research-publishing.net. https://doi.org/10.14705/rpnet.2019.38.990

Chung, L. Y. (2012). Incorporating 3D-virtual reality into language learning. *International Journal of Digital Content Technology and its Applications*, *6*(6), 249-255. https://doi.org/10.4156/jdcta.vol6.issue6.29

Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, *323*(5910), 66-69. https://doi.org/10.1126/science.1167311

De Freitas, S. (2006). *Learning in immersive worlds: a review of game-based learning*. Joint Information Systems Committee. http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingr

Dobrova, V., Trubitsin, K., Labzina, P., Ageenko, N., & Gorbunova, Y. (2017). Virtual Reality in Teaching of Foreign Languages. In E. Malushko, S. Nikolay & M. Nikita (Eds.), *Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Current issues of linguistics and didactics: The interdisciplinary approach in humanities» (CILDIAH 2017)* (pp. 69-74). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/cildiah-17.2017.12

Frazier, E., & Roloff-Rothman, J. (2019). Language Learning for Global Citizenship with VR360. *Global Issues in Language Education Newsletter*, *111*, 14-16.

Frazier, E., Bonner, E., & Lege, R. (2018). A Brief Investigation into the Potential for Virtual Reality: a Tool for 2nd Language Learning Distance Education in Japan. *The language and Media Learning Research Center Annual Report*, *2*, 211-216. https://www.kandagaigo.ac.jp/kuis/cms/wp-content/uploads/2018/04/15-2.pdf

Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In I. Roceanu, F. Moldoveanu, S. Trausan-Matu, D. Barbieru, D. Beliga & A. Ionita (Eds.), *Proceedings of the 11th International Conference eLearning and Software for Education - Rethinking education by leveraging the eLearning pillar of the Digital Agenda for Europe* (pp. 133-141). "Carol I" National Defence University.

Garrido-Iñigo, P., & Rodríguez-Moreno, F. (2015). The reality of virtual worlds: Pros and cons of their application to foreign language teaching. *Interactive Learning Environments*, *23*(4), 453-470. https://doi.org/10.1080/10494820.2013.788034

Heil, C. R., Wu, J. S., Lee, J. L., & Schmidt, T. (2016). A Review of Mobile Language Learning Applications: Trends, Challenges, and Opportunities. *The Eurocall Review*, *24*(2), 32-50. https://doi.org/10.4995/eurocall.2016.6402

Jauregi, K., Canto, S., de Graaff, R., Koenraad, T., & Moonen, M. (2011). Verbal interaction in *Second Life*: towards

a pedagogic framework for task design. *Computer Assisted Language Learning*, *24*(1), 77-101. https://doi.org/10.1080/09588221.2010.538699

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, *23*(4), 1515-1529. https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0

Kallioniemi, P., Sharma, S., Hakulinen, J., & Turunen, M. (2016). Collaborative Conversational Language Learning with CityCompass. In J. Read & P. Stenton (Eds.), *Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 672-675). ACM. https://doi.org/10.1145/2930674.2938612

Kallioniemi P., Ronkainen K., Karhu J., Sharma S., Hakulinen J., & Turunen M. (2019) CityCompass VR - A Collaborative Virtual Language Learning Environment. In D. Lamas, F. Loizides, L. Nacke, H. Petrie, M. Winckler & P. Zaphiris (Eds.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2019* (pp. 540-543). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29390-1_33

Krokos, E., Plaisant, C., & Varshney, A. (2019). Virtual memory palaces: immersion aids recall. *Virtual Reality*, *23*, 1-15. https://doi.org/10.1007/s10055-018-0346-3

Lee, E. A.-L., & Wong, K. W. (2008). A review of using virtual reality for learning. In Z. Pan, A. D. Cheok, W. Müller & A. El Rhalibi (Eds.), *Transactions on Edutainment I* (pp. 231-241). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69744-2_18

Legault, J., Zhao, J., Chi, Y., Chen, W., Klippel, A., & Li, P. (2019). Immersive Virtual Reality as an Effective Tool for Second Language Vocabulary Learning. *Languages*, *4*(1), 1-32. https://doi.org/10.3390/languages4010013

Lege, R., & Bonner, E. (2017). The state of virtual reality in education. *The language and Media Learning Research Center Annual Report*, 149-156. http://id.nii.ac.jp/1092/00001460/

Lin, T. J., & Lan, Y. J. (2015). Language learning in virtual reality environments: Past, present, and future. *Journal of Educational Technology & Society*, *18*(4), 486-497.

Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeny-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis *Computers & Education*, *70*, 29-40. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, *147*, 1-29. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

Rogers, S. (2019). Virtual Reality: The learning aid of the 21st century. *Forbes*. https://www.forbes.com/sites/solrogers/2019/03/15/virtual-reality-the-learning-aid-of-the-21st-century/#7b5ad441139b

Ryan, M. L. (2015). *Narrative as virtual reality 2: Revisiting immersion and interactivity in literature and electronic media* (Vol. 2). Johns Hopkins University Press.

Walsh, K. R., & Pawlowski, S. D. (2002). Virtual reality: A technology in need of IS research. *Communications of the Association for Information Systems*, *8*(1), 297-313. https://doi.org/10.17705/1CAIS.00820

ACADEMIC AND PROFESSIONAL PROFILE OF THE AUHORS

Anke Berns currently holds a position as a senior lecturer in German at the University of Cadiz (Spain). Her research interests focus mainly on the use of emerging technologies and the development of teaching and learning materials for foreign language learning with a special focus on MALL and VRALL. Since 2014 she has been an active member of the SP&FM research group (University of Cádiz).
https://orcid.org/0000-0003-3129-7209
E-mail: anke.berns@uca.es

Salvador Reyes Sánchez is a postgraduate student of English Philology and currently collaborating with the Department of French and English Philology at the University of Cádiz. His research focuses on MALL, the development of teaching and learning materials for foreign language learning with a special focus on the development of language apps. Since 2016 he has been collaborating with the German as a Foreign Language Department participating in the development of different language apps. https://orcid.org/0000-0003-1281-1815
E-mail: salvador.reyessanchez@alum.uca.es

Address:
Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Cádiz (UCA)
Av. Doctor Gómez Ulla, s/n
Cádiz (España)

Date of receipt: 11/05/2020
Date of acceptance: 23/07/2020
Date of layout: 05/08/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

Argumentação em ambiente de realidade virtual: uma aproximação com futuros professores de Física

(Argumentation in a virtual reality environment: an approach with future Physics teachers)

Fernando Cesar Ferreira
Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD (Brasil)
Ariane Baffa Lourenço
Universidade de São Paulo, USP (Brasil)
Adailton José Alves da Cruz
Allan Henrique Paza
Eriton Rodrigo Botero
Elizabeth Matos Rocha
Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD (Brasil)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511

Como referenciar este artigo:
Cesar Ferreira, F., Baffa Lourenço, A., Alves da Cruz, A. J., Paza, A. H., Botero, E. R., y Matos Rocha, E. (2021). Argumentação em ambiente de realidade virtual: uma aproximação com futuros professores de física. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 179-195. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511

Resumo

Neste trabalho investigamos a promoção da argumentação em ambiente de realidade virtual. Para isso, criamos na plataforma *Sandbox* uma simulação sobre o Lançamento Oblíquo de um Objeto com uma questão problema a ser respondida, sendo: *Existem dois objetos no ambiente da simulação, A e B. Ao fazer lançamentos para acertá-los, qual dos alvos é atingido no menor tempo de voo?,* e a implementamos à 14 licenciandos de cursos de ciências exatas de uma universidade pública brasileira no bojo de uma disciplina sobre materiais didáticos. Os discentes para resolverem o problema trabalharam em duplas em computadores diferentes, em que a interação se deu por meio de um *chat*. As mensagens gravadas nesse recurso foram exportadas para planilhas eletrônicas e analisadas a partir do Quadro Analítico *Rainbow*, o qual configura-se como uma ferramenta à análise de discussões argumentativas em ambientes de Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional. Verificou-se pelos

resultados um movimento assertivo dos licenciandos para a resolução do problema, com predominância de ações focadas à prática argumentativa. Tal resultado direciona o potencial da realidade virtual à promoção da argumentação, à aprendizagem imersiva de conceitos de Física, bem como ao favorecimento da aproximação de futuros professores das demandas colocadas por uma sociedade cada vez mais informatizada, como é o caso do Mundo Virtual.

Palavras-chave: tecnologias digitais; formação de professores; física.

Abstract

In this work, we investigate the use of virtual reality for teaching Physics and its learning potential from an argumentative point of view. For this purpose, we created a simulation on the Sandbox platform concerning the Oblique Launch of Objects besides a problem question to be answered: *There are two objects in the simulation environment, A and B. When making launches to hit them, which target is reached in the shortest flight time?* This simulation was performed by 14 undergraduate students of Science courses at a Brazilian university, during a course about didactic materials. The students solved the problem by working in pairs on different computers, interacting with each order by a *chat* on the same program. The messages were recorded and were exported to sheets to be analyzed by the Rainbow Analytical Framework, which is configured as a tool for the analysis of argumentative discussions in Collaborative Learning environments. The results showed an assertive movement by the undergraduate students to solve the problem, with a predominance of actions focused on argumentative practice. Such results demonstrate the potential of virtual reality to the immersive learning of Physics concepts, as well as favoring the approach of future teachers to the demands placed by an increasingly computerized society, such as the Virtual World.

Keywords: digital technologies; pre-service teacher; physics.

O mundo virtual (MV) caracteriza-se por a partir da tecnologia digital em 3D criar simulação de um ambiente real ou fictício, em que diferentes usuários, representados por avatares, realizam ações e interagem de forma síncrona entre si e com os elementos do ambiente (Corcini et al., 2016; Falcade et al., 2016). Os cenários do MV podem ser modificados em tempo real, constituindo-se em sistemas dinâmicos (Backes & Schlemmer, 2007), e além disso, os usuários podem comunicar-se por meio de ferramentas como *chat*, tarefas entre outras. Apesar de ainda haver muita discussão sobre as características de um MV, neste trabalho considera-se a definição dada por Girvan (2018):

> Espaços compartilhados e simulados, habitados e modelados por seus habitantes que são representados como avatares. Esses avatares mediam nossa experiência nesse espaço enquanto se movem, interagem com objetos e interagem com outras pessoas, com quem construímos um entendimento compartilhado do mundo na época (p. 1099).

Essa dinâmica de imersão conferida pelo MV quando usada em contexto escolar pode potencializar a aprendizagem do aluno, visto que o aproxima de situações e fenômenos estudados e o motiva para o aprender, já que atualmente a tecnologia é uma constante na sociedade, em especial, para os usuários em idade escolar. Outra característica do MV é que viabiliza o processo de aprendizagem colaborativa, seja com usuários perto de seu convívio ou distantes geograficamente (Corcini et al., 2016). Nessa perspectiva, o conceito de aprendizagem imersiva se caracteriza, de forma geral, pela relação entre tecnologias digitais 3D e ações educativas visando a construção de conhecimento de maneira significativa e na qual o aluno possa desempenhar um papel ativo (França & Silva, 2019). Para Rocha et al. (2020):

> O Immersive learning (I-learning), também conhecida por aprendizagem imersiva, é a modalidade que compreende os processos de aprendizagem que ocorrem em ambientes virtuais tridimensional (3D), os chamados metaversos criados a partir de diferentes tecnologias digitais capazes de propiciar aprendizagem imersiva, por meio do desenvolvimento de Experiências Ficcionais Virtuais (p. 14).

Dentre os ambientes pertencentes ao MV, encontra-se a plataforma *Sandbox* esteada na tecnologia *Virtual World Framework* (VWF), de modo a não requerer a instalação de programas adicionais além do navegador de internet. Para utilizar esta plataforma, os usuários criam uma conta no servidor e, em seguida, são disponibilizados espaços virtuais para serem editados por um conjunto de ferramentas on-line que permitem: importar e armazenar modelos 3D, *scripts*, texturas ou cenários inteiros, criar *layout* de cenas ou cenários; programar interatividade; arrastar e soltar modelos visuais e comportamentos complexos da paleta de recursos para a cena e convidar, por parte dos usuários, de demais pessoas para participarem da edição e execução de projetos.

Nos últimos anos o *Sandbox*, bem como outras plataformas do MV, vem sendo utilizado em diferentes áreas do conhecimento, como na colaboração e treinamento de equipes (Biagini et al., 2013; Burns et al., 2014)Staging and Mission networks model, the authors propose an approach to support the process of training and preparing transitioning forces during the pre-deployment phase. This approach exploits Modelling and Simulation (M&S e no contexto educacional (Bakri et al., 2016). Tais ações têm apresentado resultados significativos, em especial, no que tange o processo de ensino-aprendizagem têm contribuído, por exemplo, na implementação de laboratórios 3D virtuais, na criação de ferramentas de design 3D baseada em *web* e no desenvolvimento de atividades de ensino híbrido a partir da visualização 3D de conceitos científicos (Bakri et al., 2016). Além disso, considerando as características do Sandbox presume-se que o mesmo possui potencial para promover um ambiente argumentativo. No entanto, estudos para a confirmação de tal hipótese, até onde vai nosso conhecimento, são escassos na literatura da área. À vista disso, na busca de contribuir com a diminuição de tal lacuna, investigamos neste artigo o processo

argumentativo suscitado por licenciandos ao trabalharam colaborativamente em uma simulação no ambiente Sandbox.

A argumentação é compreendida "como uma atividade discursiva que se caracteriza pela defesa de pontos de vista e consideração de perspectivas contrárias" (Leitão, 2007, p. 75). Ao ser promovida em contextos do ensino de ciências a argumentação pode colaborar, por exemplo, na compreensão dos conceitos científicos, na resolução de problemas e no desenvolvimento do pensamento crítico (Fettahlıoğlu & Kaleci, 2018; Lourenço et al., 2019; Noroozi & Hatami, 2019; Sá et al., 2014), a partir da apresentação e discussão de argumentos e contra-argumentos. Um argumento, de acordo com o padrão de argumento de Toulmin (Toulmin, 2001), é formado por uma estrutura básica conformada por Dados, Justificativas (afirmações que justificam as conclusões efetuadas) e Conclusões. No argumento pode ser aditado demais elementos para que fique completo, sendo: o Conhecimento Básico (atua como suporte embasado em leis e/ou teorias científicas), Refutação (indica em a circunstância que ocorre a exceção à conclusão) e o Qualificador modal (atribui o grau de confiabilidade das proposições apresentadas) (Lourenço et al., 2019; Sá et al., 2014; Toulmin, 2001).

Para a análise da formação e desenvolvimento dos argumentos em ambientes de aprendizagem, a literatura da área apresenta diferentes caminhos metodológicos (Souza et al., 2015). Dentre eles, lançamos mão do Quadro Analítico *Rainbow* para analisarmos a potencialidade das atividades pautadas no Sandbox à promoção da argumentação. O referido Quadro configura-se como uma ferramenta à análise de discussões argumentativas em ambientes de Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional, como é o caso do *Sandbox*.

Direcionamento do *Sandbox* para o ensino de Física

A adequação do *Sandbox* para o uso do Ensino de Física foi realizada no bojo de um Projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT). O referido projeto tinha como objetivo principal investigar as interações multimodais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem 3D para diferentes áreas do conhecimento. Dentre elas, atividades complementares junto ao laboratório de Física de um curso de Licenciatura em Física à distância de uma universidade pública da região Centro-Oeste do Brasil.

A temática de simulação escolhida para o desenvolvimento do laboratório 3D foi a do Lançamento Oblíquo de um Objeto, e envolveu a seguinte problemática "*Existem dois objetos no ambiente da simulação, A e B. Ao fazer lançamentos para acertá-los, qual dos alvos é atingido no menor tempo de voo?*". Para a construção da simulação fez-se uso de ferramentas disponíveis nas bibliotecas nativas do *Sandbox* relacionadas à Física, as quais possibilitam controlar/ajustar variáveis como a gravidade, velocidade e ângulo de lançamento de um objeto e medição de

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 179-195.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

distância e altura. Para acessar a simulação, o usuário faz um cadastro no site e ao adentrar no sistema escolhe um avatar. Em seguida o sistema apresenta orientações sobre como utilizar a plataforma, os comandos para a movimentação do avatar e de como proceder à interação com os objetos do ambiente e o problema de Física a ser resolvido (figura 1).

Figura 1. Quadro com instruções e o problema proposto aos alunos sobre lançamento oblíquo

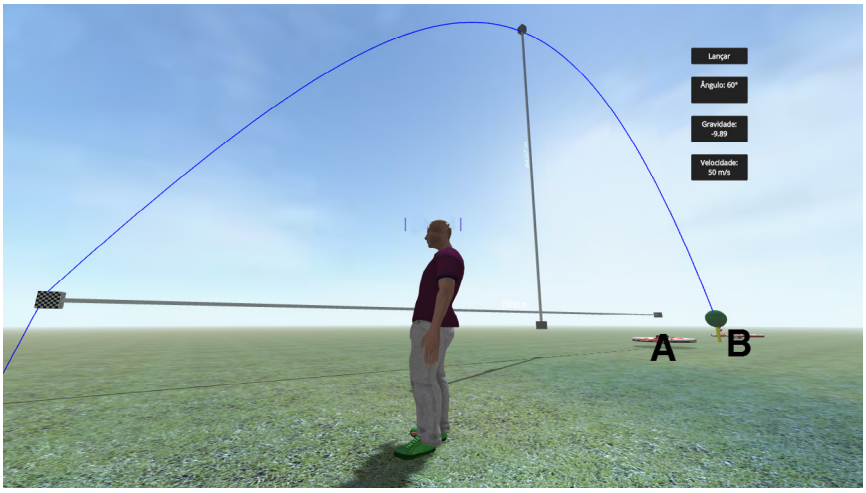
Fonte: Autores.

As ferramentas disponíveis para resolver o problema possibilitam ao usuário inserir valores do ângulo de lançamento e velocidade inicial, alterar a aceleração da gravidade para simular a situação em outros ambientes e lançar o objeto nas condições selecionadas. Para movimentar o avatar dentro da simulação usa-se as teclas direcionais do teclado. Os botões do mouse são utilizados para ampliar ou diminuir o campo de visão, permitindo observar detalhes da simulação como, por exemplo, o ponto de lançamento ou de impacto do objeto, bem como localizar outros avatares. Caso o usuário queira alterar os parâmetros previamente selecionados, como velocidade inicial, ângulo de lançamento e aceleração da gravidade, pode fazer simplesmente clicando no ícone do referido parâmetro localizado no canto superior direito da tela (figura 2). Esclarecemos que na figura 2 as linhas horizontal e vertical são as réguas utilizadas para medição da distância e altura alcançadas no lançamento.

Uma vez realizado o lançamento a trajetória é traçada na tela e um cronômetro registra o tempo de voo, bem como duas réguas, uma horizontal e outra vertical,

medem o alcance e a altura máxima atingidas pelo lançamento. Esclarece-se que os efeitos da resistência do ar ou a forma do objeto apesar de possível de serem programados não foram considerados nesta simulação. A plataforma disponibiliza também um *chat* que fica aberto na tela juntamente com a simulação em que os usuários podem trocar mensagens. A comunicação escrita entre os usuários fica armazenada no sistema e pode ser exportada como planilha eletrônica, com as informações referentes ao texto de cada mensagem, seu horário de publicação e a indicação de quem a fez.

Figura 2. Visualização da trajetória do objeto durante o lançamento oblíquo.



Fonte: Autores.

METODOLOGIA

A simulação criada para estudar o Lançamento Oblíquo de um Objeto foi implementada à alunos matriculados na disciplina de Produção de Material Didático. A disciplina em questão é ofertada no curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública do estado de Mato Grosso do Sul e objetiva preparar o licenciando para o desenvolvimento, implementação e análise de materiais didáticos em contexto escolar. Dos conteúdos estudados na disciplina, encontra-se a temática de simulação computacional para o ensino de Física.

No momento em que esta investigação foi desenvolvida encontravam-se matriculados na disciplina 14 alunos, sendo 11 procedentes do curso de Licenciatura em Física, 02 do curso de Licenciatura em Matemática e 01 do curso de Engenharia de Energia. Esclarecemos que embora tenha um aluno que não fazia parte de cursos de formação de professores, adotaremos no texto o termo licenciando para nos

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 179-195.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

referirmos aos participantes da simulação, não fazendo assim distinção quanto ao curso de origem.

As atividades desenvolvidas com os licenciandos no tocante ao uso de *Sandbox* foram realizadas em dois momentos. O primeiro envolveu uma aula teórica sobre o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação Digital no contexto escolar e no segundo os licenciandos fizeram uso do *Sandbox*, a partir da seguinte sequência de ações:

a. apresentação do objetivo da pesquisa aos licenciandos e preenchimento pelos mesmos de um termo de consentimento livre e esclarecido confirmando interesse em participar da investigação;
b. formação de maneira aleatória de 7 duplas, as quais foram distribuídas pela sala de informática de maneira a que cada integrante da dupla mantivesse certa distância do seu companheiro de dupla, direcionando para que toda a comunicação fosse realizada exclusivamente pela ferramenta *chat*;
c. apresentação aos licenciandos do problema a ser resolvido, sendo: *Existem dois objetos no ambiente da simulação, **A** e **B**. Ao fazer lançamentos para acertá-los, qual dos alvos é atingido no menor tempo de voo?"*. Para resolverem a referida questão foi disponibilizado aos licenciandos 40 minutos, e findado esse prazo foi promovida uma discussão para que apresentasse suas soluções e para que o professor da disciplina direcionasse e validasse as respostas.

Para analisarmos a potencialidade da atividade desenvolvida na promoção da argumentação dos licenciandos, lançamos mão das conversas realizadas na ferramenta *chat*. Essas foram exportadas para planilhas eletrônicas, separadas em duplas e investigadas com base no Quadro Analítico *Rainbow* (Baker et al., 2007; Souza et al., 2015), o qual apresenta categorias de análise das contribuições de alunos durante atividades colaborativas à promoção da argumentação. Esclarece-se que o referido referencial será apresentado na seção subsequente. No que tange a preparação dos nossos dados à categorização considerando o referencial adotado (Baker et al., 2007; Souza et al., 2015) desenvolvemos o seguinte procedimento:

a. nomeamos cada dupla usando a letra D seguida de um número sequencial, conformando assim D1, D2... D7;
b. para identificar os licenciandos em cada dupla utilizamos a nomenclatura L1 e L2, assim exemplificando, D3-L2 corresponde ao licenciando 2 da dupla 3;
c. separamos as mensagens de cada licenciando em turno, aqui considerado como cada vez que no *chat* havia a mudança do autor das mensagens;
d. filtramos os turnos que não eram passíveis de classificação, configurados nos que possuíam expressões como "kkkk" ou outras expressões de mesma natureza em que não era possível analisar, com o referencial. Feito tal procedimento chegamos a seguinte quantidade de turnos avaliáveis: D1=117 (121), D2=49 (53),

D3=34 (36), D4=53 (53), D5=34 (40), D6=92 (97) e D7=71 (73). Esclarecemos que o primeiro número de cada dupla corresponde a quantidade de turnos avaliáveis e entre parêntesis o total de turnos identificado no *chat*. Assim, por exemplo a D1 teve 121 turnos em seu *chat*, sendo que desses 117 era passível de análise.

e. procedemos a classificação dos turnos avaliáveis considerando as categorias de análise propostas no Quadro Analítico *Rainbow*.

Quadro Analítico *Rainbow*

O Quadro Analítico *Rainbow* possibilita a análise das discussões argumentativas por meio de sete categorias principais. As categorias são apresentadas de forma sequencial (quadro 1) e apresentam um foco na natureza epistêmica das contribuições dos alunos durante a etapa de colaboração na resolução de problemáticas. Das categorias propostas há a que as ações não se relacionam com a tarefa solicitada pelo professor e as que de algum modo se relacionam (Souza et al., 2015). Esclarecemos que usaremos doravante a letra C para identificar o termo categoria seguido do seu número determinado pelo referencial.

Das categorias a C1 não corresponde a nenhuma atividade que possa potencializar a argumentação dos alunos quanto a temática de estudo. As demais categorias trazem elementos que podem contribuir com a prática argumentativa, sendo que: C2 representa os aspectos de interações sociais; C3 retrata o gerenciamento dos alunos para a realização da atividade; C4 corresponde a organização da atividade realizada; C5 expressa as opiniões dos alunos quanto a temática em estudo; C6 exprime os argumentos e contra-argumentos vinculados à opinião dos alunos e C7 explora e esquadrinha os contra-argumentos.

Quadro 1. Categorias do quadro analítico *Rainbow*

Categoria	Definição
C1	Comentários que não se relacionam de modo algum com a tarefa prescrita pelo professor
C2	Comentários que se relacionam a aspectos sociais.
C3	Comentários e interações que se relacionam à comunicação como confirmação de presença ou de entendimento das diretrizes fornecidas no ambiente virtual.
C4	Comentários e interações que se relacionam à organização da tarefa.
C5	Comentários relacionados à opinião dos alunos.
C6	Todos os comentários que abarcam argumentos e contra-argumentos usados pelos alunos para apoiar ou refutar uma afirmação.
C7	Todos os comentários que exploram e aprofundam os contra-argumentos.

Fonte: Adaptado de Souza, Cabral, Queiroz (2015). Legenda C= Categoria.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 179-195.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Apresentamos no quadro 2 um exemplo de como a análise foi realizada usando o referencial e os turnos do *chat*. A primeira coluna indica os turnos ao qual o trecho selecionado corresponde, a segunda coluna as mensagens da D3-L1 e a terceira da D3-L2 e a quarta coluna apresenta a classificação. Essa classificação baseou-se no trabalho individual de três autores deste artigo, que inicialmente discutiram sobre seus entendimentos sobre cada categoria, de maneira a chegar a um consenso e depois separadamente analisaram os dados de cada dupla. Após esta etapa os autores promoveram uma discussão conjunta até a obtenção de uma unanimidade quanto às categorias pertinentes a cada turno. Esclarece-se que as mensagens escritas pelos licenciandos serão apresentadas na íntegra, ou seja, sem qualquer correção ortográfica.

Quadro 2. Exemplificação da organização e classificação da interação via *chat* de dois licenciandos ao realizarem o experimento

Turno	**D3-L1**	**D3-L2**	**Categoria**
31	com o menor ângulo?		C5
32		se tentar 30???	C5
33	sim, e velocidade de 61 vc faz, ou eu faço?		C5/C4
34		pode fazer	C4

Fonte: Autores. Imagens: https://unsplash.com/ (*royalty free*)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 ilustra a frequência de cada categoria identificada no *chat* dos licenciandos separados em duplas, bem como o total de cada categoria, considerando a somatória de todas as duplas. Optou-se na apresentação dos dados nessa conformação para que fosse possível identificar e discutir o movimento de argumentação de cada dupla.

Tabela 1. Ocorrências de categorias por dupla

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	TOTAL
D1	0	1	4	37	65	10	0	*117*
D2	0	0	2	29	17	1	0	*49*
D3	0	2	0	11	20	1	0	*34*
D4	0	0	0	17	29	7	0	*53*
D5	0	0	3	21	10	0	0	*34*
D6	0	0	6	38	46	2	0	*92*
D7	0	8	4	13	44	2	0	*71*
TOTAL	*0*	*11*	*19*	*166*	*231*	*23*	*0*	

Fonte: dados da pesquisa. Legenda: C= categoria e D= Dupla.

Considerando inicialmente as categorias sem nenhuma frequência, temos a C1 e C7. Trazendo considerações inicialmente sobre a C1, *Comentários que não se relacionam de modo algum com a tarefa prescrita pelo professor*, tem-se que o fato da mesma não ter sido identificada é um caminho promissor de que os licenciandos direcionaram a interação à realização da atividade proposta, visto que de acordo com a literatura (Baker et al., 2007; Souza et al., 2015) a C1 envolve ações que em nada tem relação com o desenvolvimento da atividade, ou seja, em que não ocorre um debate em torno da temática estudada e nem do gerenciamento da atividade.

No que tange a C7, *Todos os comentários que exploram e aprofundam os contra-argumentos*, essa envolve uma habilidade cognitiva mais elevada que as demais, visto que os licenciandos precisam inicialmente apresentarem argumentos/ contra-argumentos e a partir deles promover um aprofundamento da discussão. Para Baker et al. (2007) tal processo envolve a exploração do espaço de debate tendo conhecimento de argumentos variados e aprofundando o espaço de debate de natureza conceitual e argumentativo. Movimentos que claramente apresentam um caráter mais complexos de realização, em especial, pelos sujeitos dessa pesquisa que, até onde vai nosso conhecimento, nunca haviam trabalhado com o ensino explícito da argumentação, o que lhe poderiam dar base para esse processo.

A C2, *Comentários que se relacionam a aspectos sociais*, também apresentou uma baixa frequência, sendo o máximo de 8 ocorrências para D7, de um total de 11, considerando todas as duplas (tabela 1). A referida categoria abarca interações de natureza social como comentários divertidos, expressões de saudação, de despedidas entre outras, que não compreendem interações focadas nas tarefas solicitadas, mas envolvem elementos de uma atividade colaborativa. Tal movimento é esperado visto que como as atividades são desenvolvidas por seres humanos é natural que interações sociais ocorram (Baker et al., 2007). Quanto a esse aspecto Baker et al., também

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 179-195.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

concebem que "claramente toda interação cognitiva entre as pessoas também tem uma dimensão de relação social" (Baker et al., 2007, p. 329, tradução nossa).

Embora as colocações desta categoria sejam esperadas, considera-se que não devem aparecer com um número alto de ocorrência, pois isso tiraria o foco no desenvolver da tarefa solicitada. Em nossa pesquisa, a quantidade de turnos enquadrados nesta categoria teve baixa ocorrência, o que se pode inferir que os licenciandos seguiram um caminho direcionado na resolução do problema apresentado na atividade. Exemplos de colocações enquadradas nesta categoria podem ser observadas nos trechos a seguir, em que os licenciandos das D3 e D7 trocam expressões relacionadas a saudações que fazem parte de um ritual para iniciar uma interação.

D3-L1 (Turno 1): e ae
D3-L2 (Turno 2): Oi

D7-L1 (Turno 1): oi ^^
D7-L2 (Turno 2): olar, fala cmg
D7-L1 (Turno 3): oi

A C3, *Comentários e interações que se relacionam à comunicação como confirmação de presença ou de entendimento das diretrizes fornecidas no ambiente virtual*, foi identificada em 5 das 7 duplas, com a maior frequência para a D6 com 6 ocorrências, de um total de 19, considerando todas as duplas (tabela 1). Os fragmentos a seguir são exemplos de colocações nessa perspectiva, em que se observa uma interação de verificação de contato em que os licenciandos buscavam confirmação da presença do colega de dupla no ambiente pelo *chat*, o que pode ser observado no trecho a seguir da D5-L1 que solicita por mensagem, em caixa alta, para que a colega responda e da D6-L2 em que o licenciando solicita a atenção do colega. Esses exemplos refletem a necessidade dos licenciandos em terem respostas imediatas, posto que o tempo decorrido das referidas mensagens com relação à anterior foi, em média, de 15 segundos. Outro tipo de colocação era a que os licenciandos apresentavam ou pediam esclarecimentos do que deveria ser feito na atividade, como observado no fragmento de D2-L2.

D5-L1 (Turno 3): ME RESPONDE
D6-L2 (Turno 2): fala cmg
D2-L2 (Turno 2): o que é pra fazer?

A C4, *Comentários e interações que se relacionam à organização da tarefa*, foi detectada para todas as duplas tendo uma frequência mínima de 11 ocorrências para a D3 e de máxima de 38 à D6, de um total de 166, considerando todas as duplas (tabela 1). Foram enquadradas nessa categoria colocações em que os licenciandos gerenciam as atividades para resolverem o problema apresentado, seja no formato

de planejamento do que deve ser discutido ou na análise se o problema foi ou não resolvido. Exemplos dessa categoria são mostrados nos fragmentos a seguir da D4. Nele os licenciandos estão discutindo as variáveis físicas a serem inseridas na simulação para promover o lançamento do objeto. No fragmento a seguir, a discussão feita pela D4 evidencia a apropriação dos licenciandos dos comandos necessários para a alteração de valores, bem como dos instrumentos para medição de altura máxima e distância atingida pelo objeto. Estes dados são necessários para responder à pergunta sobre o tempo de voo (Hewitt, 2017; McLoughlin & Kampen, 2019).

> D4-L1 (Turno 3): kd a velocidade?
> D4-L2 (Turno 4): do lado direto, lancei
> D4-L1 (Turno 5): 144m, 72m do seu lançamento

A C5, *Comentários relacionados à opinião dos alunos*, foi identificada para todas as duplas, sendo o mínimo de 10 para a D5 e máxima de 65 para a D1, de um total de 231, considerando todas as duplas (tabela 1). Consideramos que essa diferença é compatível, ainda que não linear, com o fato da quantidade total de interações ocorridas em D1 ser cerca de 3 vezes maior do que a quantidade registrada em D5. Na C5 os licenciandos expuseram suas opiniões com relação aos elementos concernentes a resolução do problema sobre o Lançamento Oblíquo de um Objeto. A opinião é aqui entendida como sendo um comentário que no momento referente ao turno avaliado não envolvia a defesa e/ou refutação da mesma, ou seja não era composta dos três elementos básico da formação de um argumento, sendo o Dado, a Justificativa e a Conclusão (Toulmin, 2001).

Muitas das opiniões dos licenciandos enquadradas nesta categoria (C5) atuaram como alicerce para a elaboração de argumentos e contra-argumento, à medida em que os alunos buscavam apresentar justificativas a elas. Tal movimento é também apontado na literatura de que quando os sujeitos buscam explicar seus posicionamentos tendem a evoluir a sua opinião para uma prática argumentativa (Boğar, 2019; Silva & Chiaro, 2018; Wang & Buck, 2018). Exemplos de colocações enquadradas na C5 estão apresentadas nos fragmentos a seguir. D1-L1 opina que deveriam ser mantidos os mesmos dados para um novo lançamento e o D3-L1 considera que a partir do lançamento executado poderá tirar conclusões qualitativas do problema.

> D1-L1 (Turno 27): tenta de novo agora, com os mesmos valores, do jeito q tava
> D3-L1 (Turno 29): e a altura máxima do projetil, isso servira de alguma coisa, acho q aqui tiraremos conclusões qualitativas

A C6, *Todos os comentários que abarcam argumentos e contra-argumentos usados pelos alunos para apoiar ou refutar uma afirmação*, foi identificada em menor quantidade nas mensagens, sendo que D5 não teve ocorrência e máxima

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 179-195.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

frequência foi 10 para a D1, de um total de 23, considerando todas as duplas (tabela 1). Uma baixa frequência para a referida categoria era esperada, visto que envolve uma maior complexidade cognitiva sendo a apresentação de argumentos e contra-argumentos para embasar colocações focadas à resolução do problema.

Das mensagens enquadradas na C6 tem a da D3, apresentada a seguir nos turnos de 19 a 24, em que se observa os elementos principais que constituem um argumento de acordo com o Esquema de Argumento de Toulmin (Toulmin, 2001), sendo: Dados para o desenvolver da atividade (determinar quais variáveis influenciam no tempo de trajetória de um objeto a percorrer duas distâncias distintas), as Justificativas que sustentam a escolha das variáveis (diminuir ângulo e aumentar velocidade levam a diminuição do tempo da trajetória) e a Conclusão (as variáveis influenciáveis no tempo percorrido por um objeto são a velocidade e o ângulo de lançamento). Considerando o Turno 19 observa que o D3-L1 apresenta seu argumento quanto ao que deve ser feito para resolver o problema apresentado, recebendo de D3-L2 uma manifestação de concordância de maneira direta pela expressão "sim, deve ser". Frente a isso D3-L1 busca promover um movimento de contra-argumentação por parte colega o incitando a discutir sobre o argumento por ele apresentado o que pode ser visto no Turno 21. Observa-se nos turnos subsequentes que a D3-L1 volta a incitar um posicionamento do colega, recebendo do mesmo uma aceitação do argumento apresentado inicialmente, ou seja, D3-L2 confirma a relação entre ângulo e velocidade de lançamento para o menor tempo de voo.

> D3-L1 (Turno 19): é q se diminuir o angulo e aumentar a velocidade, talvez o tempo seja menor, eu acho q é isso mesmo, tentei diminuindo o angulo e aumentando o ângulo, o q vc acha?
> D3-L2 (Turno 20): sim, deve ser
> D3-L1 (Turno 21): sem discutir nem nada? Hey, converse comigo
> D3-L2 (Turno 22): agora foi
> D3-L1 (Turno 23): então, qual é sua conclusão?
> D3-L2 (Turno 24): menor o angulo e mais velocidade, 3.04

Considerando as discussões promovidas no *chat* de cada dupla, é possível verificar um movimento assertivo para a resolução do problema, ou seja, de que o ângulo e a velocidade de lançamento desempenham papel fundamental no lançamento oblíquo de um objeto. Tal processo é evidenciado em especial nas mensagens classificadas nas categorias C4 a C6. Nessa perspectiva, a C4 por envolver aspectos da organização da tarefa foi em certos momentos basilar para o desenvolvimento das categorias mais direcionadas a argumentação identificada no trabalho, C5 e C6. Já essas últimas categorias conferiram um ambiente com potencial para o desenvolver da temática em uma perspectiva argumentativa. Tal compreensão é também apresentada no trabalho de Souza, Cabral e Queiroz (2015) que investigaram o processo argumentativo de graduandos em química ao trabalharem, em duplas, em ambiente virtual de aprendizagem. Das conclusões, apresentadas por esses autores,

as relacionadas ao uso do Quadro Analítico *Rainbow* para a análise da argumentação consideram que "A ocorrência de um maior número de mensagens classificadas nas categorias 5, 6 e 7 indica que a discussão se pautou majoritariamente em um debate argumentativo" (Souza et al., 2015, p. 98).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho investigamos o uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem 3D, por meio da plataforma *Sandbox,* à promoção da argumentação. Esse processo deu-se nos movimentos realizados pelas duplas de licenciandos em trocarem informações focadas na resolução do problema apresentado na simulação, colocarem dúvidas, refazerem o experimento com diferentes valores para as variáveis de velocidade e ângulo de lançamento e avançarem em direção à resposta correta para a pergunta colocada no início da atividade.

Por meio do uso do Quadro Analítico *Rainbow* foi possível identificar as discussões argumentativas suscitadas pelos licenciandos ao resolverem a problemática apresentada na simulação. Obteve-se que a medida que os licenciandos se apropriavam dos comandos para movimentação do avatar, da alteração dos parâmetros de lançamento, e da simulação em si, faziam um percurso passando por categorias relacionadas à aspectos sociais (C2-C3) para aquelas que exigiam pensamento complexo para relacionar variáveis que influenciavam no tempo de voo do objeto (C4-C6).

Com os resultados deste trabalho infere-se também que as práticas argumentativas articuladas às simulações pautadas na realidade virtual colaboram para atual demanda da sociedade do uso das tecnologias digitais de informação e comunicação no contexto educacional. Diante seu potencial na promoção da argumentação, recomenda-se que ações envolvendo MV, tal como a desenvolvida neste trabalho, sejam realizadas nas instâncias adequadas dos cursos de licenciatura em Física, de maneira a preparar o futuro professor para o processo de aprendizagem imersiva ao ensino de ciências, em uma perspectiva argumentativa.

Findado este trabalho, consideramos que o mesmo pode trazer elementos iniciais para contribuir no preenchimento da lacuna quanto ao olhar do mundo virtual para a promoção da argumentação, em especial no ensino de Física. Novas pesquisas podem ser desenvolvidas no sentido de ampliar a quantidade de sujeitos envolvidos nas atividades, fazer uso de outros referenciais para investigar elementos argumentativos, bem como de discutir que tipo de ações ocorridas no MV mais favorecem o surgimento dos elementos do argumento. Ou seja, estamos diante de uma temática que ainda tem muito a ser explorada, configurando-se em um campo inovador de estudo.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 179-195.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

REFERÊNCIAS

Backes, L., & Schlemmer, E. (2007). Processo de interação na formação de educadores para construção do mundo virtual. *Revista de Ciências Humanas*, *8*(10), 29-50.

Baker, M., Andriessen, J., Lund, K., van Amelsvoort, M., & Quignard, M. (2007). Rainbow: A framework for analysing computer-mediated pedagogical debates. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, *2*(2-3), 315-357. https://doi.org/10.1007/s11412-007-9022-4

Bakri, H., Allison, C., Miller, A., & Oliver, I. (2016). Virtual Worlds and the 3D Web – Time for Convergence? In C. Allison, L. Morgado, J. Pirker, D. Beck, J. Richter, & C. Gütl (Orgs.), *Immersive Learning Research Network* (29-42). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41769-1_3

Biagini, M., Trotta, P., & Joy, B. (2013). Immersive Technology Supporting Individual and Collective Training. *Proc. STO Modeling Simulation Group Conf.*, 1-16.

Boğar, Y. (2019). Synthesis Study on Argumentation in Science Education. *International Education Studies*, *12*(9), 1. https://doi.org/10.5539/ies.v12n9p1

Burns, E., Easter, D., Chadwick, R., Smith, D. A., & Rosengrant, C. (2014). The Virtual World Framework: Collaborative virtual environments on the web. *2014 IEEE Virtual Reality (VR)*, 165-166. https://doi.org/10.1109/VR.2014.6802103

Corcini, L., Medeiros, L., & Moser, A. (2016). Changing Ways for a Better Education: A 3D Gamified Virtual Learning Environment (VLE). *ATINER's Conference Paper Series*, *EDU2016-1945*, 1-16.

Falcade, A., Krassmann, A., Freitas, V., Kautzmann, T., & Medina, R. D. (2016). Design Instrucional: Um comparativo de metodologias para definição de abordagem em mundo virtual. *Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 80-89. https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.80

Fettahlıoğlu, P., & Kaleci, D. (2018). Online Argumentation Implementation in the Development of Critical Thinking Disposition. *Journal of Education and Training Studies*, *6*(3), 127. https://doi.org/10.11114/jets.v6i3.2904

França, C. R., & Silva, T. da. (2019). A Realidade Virtual e Aumentada e o Ensino de Ciências. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)*, *5*(10), Article 10. https://doi.org/10.31417/educitec.v5i10.414

Girvan, C. (2018). What is a virtual world? Definition and classification. *Educational Technology Research and Development*, *66*(5), 1087-1100. https://doi.org/10.1007/s11423-018-9577-y

Hewitt, P. G. (2017). *Conceptual Physics* (12th edition). Pearson India.

Leitão, S. (2007). Processos de construção do conhecimento: A argumentação em foco. *Pro-Posições*, *18*(3), 75-92.

Lourenço, A. B., Santos, A. R. dos, Gomes, G. E. A., & Queiroz, S. L. (2019). Construção de mapa conceitual e implicações na prática da argumentação. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, *9*(4), 6–28.

McLoughlin, E., & Kampen, P. van (Orgs.). (2019). *Concepts, Strategies and Models to Enhance Physics Teaching and Learning*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18137-6

Noroozi, O., & Hatami, J. (2019). The effects of online peer feedback and epistemic beliefs on students' argumentation-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, *56*(5), 548-557.

https://doi.org/10.1080/14703297.2018.1431143

Rocha, S. S. D., Joye, C. R., & Moreira, M. M. (2020). A Educação a Distância na era digital: Tipologia, variações, uso e possibilidades da educação online. *Research, Society and Development*, *9*(6), 10963390. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3390

Sá, L. P., Kasseboehmer, A. C., & Queiroz, S. L. (2014). Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: Explorando possibilidades. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, *16*(3), 147-170. https://doi.org/10.1590/1983-21172014160307

Silva, A. C. da, & Chiaro, S. D. (2018). O impacto da interface entre a aprendizagem baseada em problemas e a argumentação na construção do conhecimento científico. *Investigações em Ensino de Ciências*, *23*(3), 82. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n3p82

Souza, N. S., Cabral, P. F. O., & Queiroz, S. L. (2015). Argumentação de Graduandos em Química sobre Questões Sociocientíficas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. *Química Nova Na Escola*, *37*, 95-109. https://doi.org/10.5935/0104-8899.20150022

Toulmin, S. (2001). *Os usos do argumento*. Martins Fontes.

Wang, J., & Buck, G. A. (2018). *Exploring the Use of Debate to Enhance Elementary Teacher Candidates' Argumentation Skills*. 30-47.

PERFIL ACADÊMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

Fernando Cesar Ferreira. Licenciado em Física pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Professor na Licenciatura em Física na Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da UFGD. Tem experiência na área de Ensino, com ênfase em ensino de Física, formação de professores de Ciências e Educação a Distância. ID: https://orcid.org/0000-0002-3216-6756
E-mail: fernandoferreira@ufgd.edu.br

Ariane Baffa Lourenço. Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo e em Educação pela Universidad Autónoma de Madrid. Atualmente é pesquisadora colaboradora da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Ensino, com ênfase em formação de professores, argumentação e mapa conceitual. ID: https://orcid.org/0000-0002-3743-8095
E-mail: arianebaffa@gmail.com

Endereço:
Avenida Trabalhador São-carlense, 400
Caixa Postal: 780, CEP: 13566-590
São Carlos - SP - Brasil

Adailton José Alves da Cruz. Coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Formação de professores da Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil. Doutor em Engenharia Elétrica e professor assistente na Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia desta instituição. Sua área de interesse é aprendizagem colaborativa e Aprendizagem Baseada em Games. ID: https://orcid.org/0000-0003-2628-7882
E-mail: adailtoncruz@ufgd.edu.br

Allan Henrique Paza. Graduado em Sistemas de Informação pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Brasil. Trabalha com desenvolvimento de sistemas computacionais, tem experiência em ambientes virtuais e Educação a Distância. Área de estudo: Tecnologia da Informação e Comunicação na Educação, Engenharia de Software. ID: https://orcid.org/0000-0002-4377-9566
E-mail: allanpaza@gmail.com

Eriton Rodrigo Botero. Tem experiência na área de Física dos materiais, com ênfase no estudo de cerâmicas ferroelétricas transparentes. Dedica-se no estudo das propriedades estruturais de materiais e correlação destas propriedades com as propriedades ferroelétricas dos sistemas estudados. Atualmente dedica-se também à pesquisa de formas inovadoras e atualizadas do ensino de ciências, dando ênfase para o ensino de Física. ID: https://orcid.org/0000-0003-3531-6016
E-mail: eritonbotero@ufgd.edu.br

Elizabeth Matos Rocha. Professora da UFGD, líder do Grupo de Pesquisa em Tecnologias Digitais e Educação a Distância (GTED). Licenciada em Ciências com Habilitação em Matemática pela Universidade Castelo Branco. Mestre e doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Tem pesquisas e publicações na área de Educação a Distância e Tecnologias Digitais na Educação, com ênfase no ensino de Matemática, formação docente e Educação a Distância. ID: https://orcid.org/0000-0002-5977-9499
E-mail: elizabethrocha@ufgd.edu.br

Endereço:
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, FACET-UFGD
Rodovia Dourados/Itahum, Km 12 - Unidade II
Caixa Postal: 364, CEP: 79.804-970
Dourados - Mato Grosso do Sul – Brasil

Data de recebimento do artigo: 14/05/2020
Data de aceite do artigo: 04/08/2020
Data de maquetação: 21/09/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

La comunicación en el aula universitaria en el contexto del COVID-19 a partir de la videoconferencia con *Google Meet*

(Communication at university classrooms in the context of COVID-19 by means of videoconferencing with *Google Meet)*

Rosabel Roig-Vila
Mayra Urrea-Solano
Gladys Merma-Molina
Universidad de Alicante, UA (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519

Cómo referenciar este artículo:
Roig-Vila, R., Urrea-Solano, M., y Merma-Molina, G. (2021). La comunicación en el aula universitaria en el contexto del COVID-19 a partir de la videoconferencia con *Google Meet*. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 197-220. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519

Resumen

La nueva realidad impuesta por el COVID-19 ha supuesto uno de los mayores desafíos que, hasta el momento, han tenido que hacer frente las universidades de tipo presencial, al tener que transitar de esta modalidad a una virtual y de emergencia. En concreto, la comunicación presencial en las aulas se ha tenido que apoyar en videoconferencias síncronas, las cuales han "ocupado" virtualmente un espacio que estaba regulado con anterioridad en las clases ordinarias. Todo ello ha requerido el uso de diversas aplicaciones tecnológicas, entre las cuales *Google Meet* ha sido una de las más utilizadas. En base a ello, este estudio se planteó con dos objetivos: (1) identificar las necesidades de comunicación que el alumnado universitario ha tenido durante el periodo de docencia virtual y (2) comprobar si *Google Meet* ha sido capaz de satisfacerlas. Para el logro de estos, se contó con la participación de 52 estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Alicante. Se adoptó un enfoque metodológico mixto y para el tratamiento de los datos se emplearon el SPSS v. 25 y el AQUAD 7, con los que se realizó un estudio descriptivo y un análisis de contenido respectivamente. De acuerdo con los resultados, si bien el profesorado ha utilizado una comunicación audiovisual síncrona, lo que se ajusta a las demandas del alumnado, el grado de satisfacción de este es notoriamente escaso. Algo similar sucede en el caso de *Google Meet*, ya que pese a reconocerle cierto grado de utilidad y disfrute, manifiestan haber tenido serias dificultades a la hora

de utilizarlo. A la vista de tales hallazgos, se concluye señalando la necesidad de ajustar la respuesta tecnológica que desde la universidad se está dando a la situación provocada por el COVID-19.

Palabras clave: Google Meet; formación universitaria; estudiantes universitarios; COVID-19; educación virtual; comunicación.

Abstract

The new reality imposed by COVID-19 has meant one of the greatest challenges that face-to-face university teaching has had to confront, as these higher education centres were suddenly forced to change from a face-to-face format to a virtual, contingent kind of teaching. More precisely, face-to-face communication at classrooms now must rely on synchronous videoconferences which have digitally "occupied" the space that was previously regulated in ordinary lessons. It all required using a wide range of technological applications, amongst which *Google Meet* stood out as one of the most popular. Based on this, our study set itself two objectives: (1) identifying the communication needs that university students have felt throughout this period of virtual teaching; and (2) verifying the extent to which *Google Meet* succeeded in meeting those needs. Seeking to accomplish the aforesaid goals, we involved 52 students from the Degree in Primary Education Teacher Training imparted at the University of Alicante. A mixed methodological approach was adopted, the software programs utilized for data processing purposes being SPSS v. 25 and AQUAD 7, which enabled us to carry out a descriptive study and a content analysis, respectively. In view of the results, and although the teaching staff have used a synchronous type of audiovisual communication suited to the demands of students, the degree of satisfaction amongst the latter is remarkably low. Something similar happens when it comes to *Google Meet* because, despite recognizing that it has positive aspects such as a certain degree of usefulness and enjoyment, they claim to have had serious difficulties in using it. Such findings lead us to conclude that a compelling need exists to fine tune the technological response that universities are giving before the situation caused by COVID-19.

Keywords: Google Meet; university training; university students; COVID-19; virtual education; communication.

La pandemia iniciada en Wuhan el 29 de diciembre de 2019, conocida como COVID-19, ha puesto a las instituciones de Educación Superior de tipo presencial en una encrucijada sin parangón (UNESCO, 2020). Aunque con ligeras diferencias entre las medidas adoptadas por cada uno de los países, las elevadas cifras de fallecimientos y contagios han provocado, de manera obligada, que el aprendizaje abandone el aula física y pase a desarrollarse en el espacio virtual (Cecilio-Fernandes, Parisi, Santos y Sandars, 2020). Como consecuencia de ello, el profesorado se ha visto forzado a buscar nuevas estrategias y herramientas tecnológicas que permitan, en mayor o menor medida, adaptar la enseñanza y dar continuidad al curso lectivo

(Barbosa y Amariles, 2019; Kerres, 2020). En este contexto, adquieren un especial protagonismo los recursos y aplicaciones que permiten una comunicación síncrona, por presentar una mayor semejanza con las clases presenciales (Carrick et al., 2017; Sandars et al., 2020; So, 2016); esto es, una mayor interacción entre el docente y el alumnado y entre los propios estudiantes, pese a que estos no compartan el mismo espacio (Cornelius, 2014). A ello, se ha de añadir, además, su potencialidad para reducir los sentimientos de aislamiento y soledad, que suelen ser habituales en la modalidad de aprendizaje virtual, así como la posibilidad de *feedback* inmediato que ofrecen (Chen, Dobinson y Kent, 2020; Trespalacios y Uribe-Florez, 2020).

Dentro de este marco, algunas de las herramientas que suelen utilizarse más frecuentemente son las videoconferencias online (Cendon, 2018; Chen, Liao, Chen y Lee, 2011; Cornelius, 2014; Infante-Moro, Infante-Moro y Gallardo-Pérez, 2019; Rao, 2019). Estas pueden ser definidas como sesiones o clases en las que el alumnado y el profesorado se conecta e interactúa entre sí en tiempo real, gracias al empleo de plataformas y aplicaciones virtuales (Gegenfurtner, Zitt y Ebner, 2020). Algunos de los softwares que se usan para llevarlas a cabo son *Elluminate Live!*, *Wimba, Adobe Connect, Zoom*, *Blackboard Collaborate* (Cornelius, 2014; Morrison, 2011; Villalón, Luna y García-Barrera, 2019) y, de reciente aparición, *Google Meet*, que viene a sustituir a *Hangouts,* servicio de mensajería instantánea y de video llamada de *Google*. El sencillo funcionamiento que presenta, así como las ventajas que ofrece, han provocado que *Google Meet* comience a ser utilizado cada vez más en el ámbito universitario. Un ejemplo de ello, es la reciente experiencia desarrollada por Budiana y Yutanto (2020) en Indonesia, quienes lo emplean para el aprendizaje de una segunda lengua con estudiantes universitarios. De acuerdo con los resultados de su estudio, la utilización de *Google Meet* no solo produjo una mejora considerable del nivel de rendimiento de estos, sino que también favoreció el desarrollo de la interacción y de la participación entre el grupo de alumnos.

En efecto, las potencialidades que presenta han motivado que *Google Meet* se convierta en una de las aplicaciones más recomendadas y utilizadas para hacer posible el tránsito de la presencialidad a la virtualidad, como consecuencia de la modalidad de enseñanza online impuesta por el COVID-19 (Taha, Abdalla, Wadi y Khalafalla, 2020). Con ella se espera, de alguna manera, venir a paliar algunas de las dificultades que los estudiantes reconocen estar experimentando para poder seguir su proceso de aprendizaje y, de ese modo, reducir las elevadas tasas de estrés y ansiedad que afirman están padeciendo (Franchi, 2020). En base a ello, y teniendo en cuenta la escasez de estudios que analizan el uso de la modalidad de enseñanza asíncrona en la Educación Superior (Cornelius, 2014; Morrison, 2011), este estudio se planteó con los objetivos de identificar las necesidades de comunicación que está experimentando el alumnado universitario en su proceso de aprendizaje virtual, como consecuencia del COVID-19, y valorar si el uso de *Google Meet* está siendo capaz de satisfacerlas.

METODOLOGÍA

Para dar alcance a dichos objetivos, se adoptó un enfoque metodológico mixto (Creswell y Creswell, 2018), dada la pertinencia que este presenta para analizar el uso de la videoconferencia síncrona en el proceso de enseñanza y aprendizaje universitario (Gegenfurtner et al., 2020).

Contexto y participantes

Se contó con la participación voluntaria de 52 estudiantes matriculados en una de las asignaturas básicas del 1er curso del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad de Alicante (UA). En cuanto a las variables sociodemográficas, el 71.2% era menor de 20 años y el 78.8% de la muestra eran mujeres, lo que resulta coherente con la tradicional feminización que se suele encontrar en este tipo de titulaciones.

Instrumento

Para la recogida de los datos se utilizó una adaptación del cuestionario de Cabero, Barroso y Llorente (2016). Este es un instrumento elaborado para conocer el grado de adopción de una tecnología a partir del modelo TAM (*Technology acceptance model*), propuesto inicialmente por Davis (1989). Desde este enfoque, se considera que la aceptación de cualquier herramienta tecnológica se encuentra mediatizada por las creencias que la persona tiene respecto a las consecuencias derivadas de su utilización. Para el estudio de la validez de contenido, la primera adaptación del cuestionario fue sometida a juicio de expertos. En este proceso participaron 3 profesionales con formación en metodología de investigación educativa. En base a su valoración, la primera versión fue rediseñada y pilotada con 10 sujetos de similares características a los participantes potenciales. Tras realizar algunas correcciones gramaticales, se configuró el instrumento definitivo, el cual se organizó en dos bloques temáticos. El primero de ellos tenía como objetivo identificar las necesidades comunicativas que el alumnado universitario experimenta en la modalidad de docencia online impuesta por el COVID-19. El segundo, en cambio, se centraba en analizar el grado de aceptación que los estudiantes muestran hacia *Google Meet* como herramienta para la enseñanza virtual en situaciones excepcionales.

El bloque inicial quedó integrado por 8 preguntas tipo Likert que se ordenaron, a su vez, en dos dimensiones: (1) tipo de comunicación utilizada por el profesorado durante la suspensión de la actividad docente presencial (4 ítems) y (2) la modalidad de comunicación que, ante estas circunstancias, ellos prefieren (4 ítems). Además de ello, se plantearon 5 preguntas abiertas para conocer las dificultades que habían hallado para comunicarse con el profesorado y con sus compañeros, así

como los instrumentos empleados para ello. En concreto, estas fueron: (1) ¿Qué recursos tecnológicos ha utilizado tu profesorado para comunicarse? (2) ¿Con qué dificultades te has encontrado para comunicarte con tu profesorado? (3) ¿Qué tipo de comunicación y recursos has utilizado para comunicarte con tus compañeros de clase en general? (4) ¿Con qué dificultades te has encontrado para comunicarte con tus compañeros de clase? (5) ¿Consideras que los recursos utilizados han sido suficientes y adecuados para comunicarte eficazmente con tu profesorado y con tus compañeros de clase, por qué?

La segunda parte, dirigida a conocer el nivel de adopción de *Google Meet*, se organizó en 6 dimensiones: (1) perfil de uso de *Google Meet* (2 ítems), (2) facilidad de uso percibida (3 ítems), (3) disfrute percibido (4 ítems), (4) utilidad percibida (6 ítems), (5) actitud de uso (3 ítems) e (6) intención de uso (4 ítems). Se incluyeron, además, 2 preguntas abiertas para reconocer las propuestas que plantean para ajustar la respuesta de la UA a sus necesidades comunicativas, durante el periodo de no presencialidad, y para optimizar el uso de *Google Meet* en dicho contexto. Específicamente, estas fueron: (1) En base a tu experiencia, ¿qué sugerencias propondrías para mejorar la utilización de *Google Meet* en la enseñanza universitaria no presencial? (2) ¿Qué otras herramientas y estrategias propondrías para que la universidad desarrollara esta modalidad de enseñanza online de manera más eficaz? Todas las preguntas tipo Likert del cuestionario presentaban una escala de respuesta de 7 puntos, cuyas opciones de respuesta oscilaban desde 1 ("Completamente en desacuerdo") hasta 7 ("Completamente de acuerdo").

La versión definitiva del cuestionario se creó en formato digital mediante *Google Forms* y se administró de manera telemática. Además de las circunstancias actuales de no presencialidad, el uso de esta herramienta vino motivado por las posibilidades que presenta para la administración de encuestas online en las instituciones de Educación Superior (Sandhya et al., 2020).

Procedimiento

Como docente de los participantes, una de las investigadoras fue la persona encargada de facilitar al alumnado el enlace al cuestionario durante el horario habitual de la clase virtual. Tras informar a los estudiantes de los objetivos del estudio, así como del carácter confidencial y anónimo de la investigación, esta les proporcionó el link a la encuesta mediante el chat de *Google Meet*. Para resolver las posibles dudas generadas y para garantizar la correcta interpretación de cada una de las cuestiones planteadas, la investigadora estuvo presente en todo momento en el aula virtual. El tiempo de cumplimentación osciló entre los 30-40 minutos.

Tratamiento y análisis de la información

El análisis de los datos se realizó en función de la naturaleza de los mismos. Inicialmente, se llevó a cabo un estudio descriptivo con el programa de análisis estadístico SPSS v. 25. Con posterioridad, y contando con el apoyo del software AQUAD 7 (Huber y Gürtler, 2013), se ejecutó un análisis de contenido convencional y un análisis sumativo (Hsieh y Shannon, 2005). Con el primero de estos, la información fue clasificada y organizada en unidades significativas que, a su vez, formaban parte de categorías con un significado más amplio. Para llevar a cabo la codificación de los datos, se siguieron los pasos de transcripción, agrupación, categorización y abstracción (Elo y Kyngäs, 2008). En base a este proceso, se definió un marco de categorías y códigos con el que se llevó a cabo el análisis de la información, previa validación del instrumento por parte de las profesionales que con anterioridad habían revisado el cuestionario. En última instancia, el análisis sumativo permitió, mediante el recuento de las frecuencias, distinguir las cuestiones que enfatizaron las voces de los participantes.

RESULTADOS

La presentación de los resultados se hace atendiendo a su naturaleza. Por ello, en primer término se exponen aquellos de carácter cuantitativo y, con posterioridad, los de tipo cualitativo.

Análisis cuantitativo

Para una mejor comprensión de los datos cuantitativos, su exposición se organiza según las distintas dimensiones que conforman el cuestionario empleado.

Comunicación empleada por el profesorado en la modalidad de enseñanza online

Tal y como se muestra en la tabla 1, como consecuencia de la suspensión de la actividad docente presencial por el COVID-19 y el desarrollo de una modalidad de enseñanza online, el profesorado parece haber optado por el uso de la comunicación audiovisual, frente a la de carácter textual que ha gozado de un menor nivel de empleo, tanto en su modalidad asíncrona (ítem 4) como, sobre todo, síncrona (ítem 2). Ahora bien, dentro de la comunicación audiovisual ha sido la síncrona la que se ha utilizado más profusamente por parte de los docentes (ítem 1).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 197-220
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Tabla 1. Tipo de comunicación utilizada por el profesorado en la modalidad de enseñanza online COVID-19

Ítem	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	*M*	*DE*
1. Comunicación audiovisual síncrona	0	3.8	1.9	9.6	19.2	28.8	36.5	5.77	1.30
2. Comunicación textual síncrona	5.8	3.8	15.4	9.6	25	17.3	23.1	4.88	1.76
3. Comunicación audiovisual asíncrona	0	9.6	5.8	15.4	25	17.3	26.9	5.15	1.58
4. Comunicación textual asíncrona	1.9	17.3	7.7	7.7	17.3	21.2	26.9	4.92	1.89

Comunicación demandada por el alumnado en la modalidad de enseñanza online

Este mismo patrón se aprecia en el caso del alumnado, quien también parece mostrar una clara preferencia por la comunicación audiovisual y, dentro de esta, por la de tipo síncrono (ítem 1) (tabla 2). Con respecto a la comunicación textual, vuelve a ser la asíncrona la que tiene menos partidarios entre los estudiantes (ítem 4).

Tabla 2. Tipo de comunicación preferida por el alumnado en la modalidad de enseñanza online COVID-19

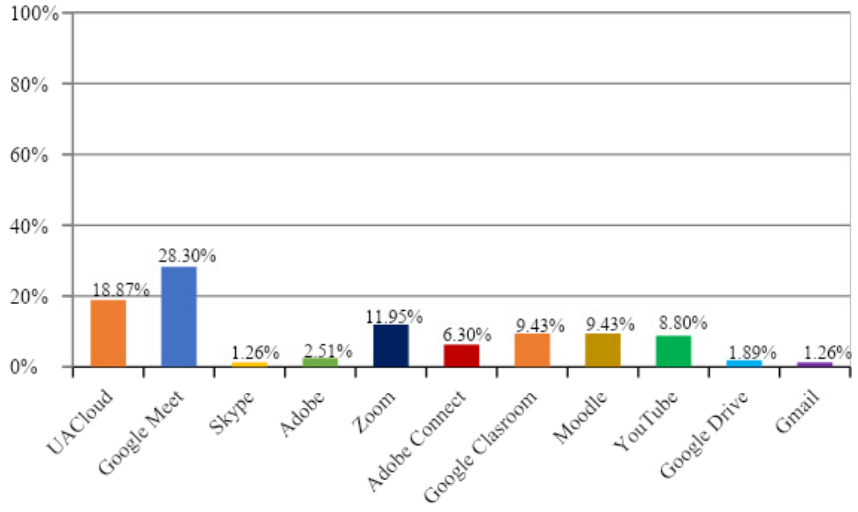
Ítem	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	*M*	*DE*
1. Comunicación audiovisual síncrona	0	3.8	3.8	7.7	7.7	25	51.9	6.02	1.37
2. Comunicación textual síncrona	13.5	3.8	13.5	13.5	21.2	21.2	13.5	4.42	1.91
3. Comunicación audiovisual asíncrona	3.8	3.8	3.8	13.5	19.2	26.9	28.8	5.37	1.60
4. Comunicación textual asíncrona	19.2	9.6	9.6	15.4	23.1	19.2	3.8	3.87	1.90

Recursos tecnológicos utilizados por el docente en la comunicación

De acuerdo con el alumnado, el profesorado se ha valido para la comunicación, sobre todo, de herramientas de videoconferencia síncrona, entre las que destaca especialmente *Google Meet* (28.30%) (figura 1). Junto a ello, también ha sido notable el uso de UACloud (18.87%), el campus virtual de la UA que permite la gestión telemática del proceso de enseñanza y aprendizaje, así como la interacción entre el profesorado y el alumnado mediante las aplicaciones de tutoría y debate.

Otros recursos que también han sido utilizados por los docentes, pero en menor medida, han sido *Zoom* (11.95%), *Google Classroom* y *Moodle*, estos dos últimos con idéntico porcentaje de uso (9.43%). Una tasa más reducida de empleo presenta *YouTube* (8.80%) y *Adobe Connect* (6.30%).

Figura 1. Recursos tecnológicos utilizados por el profesorado en la comunicación

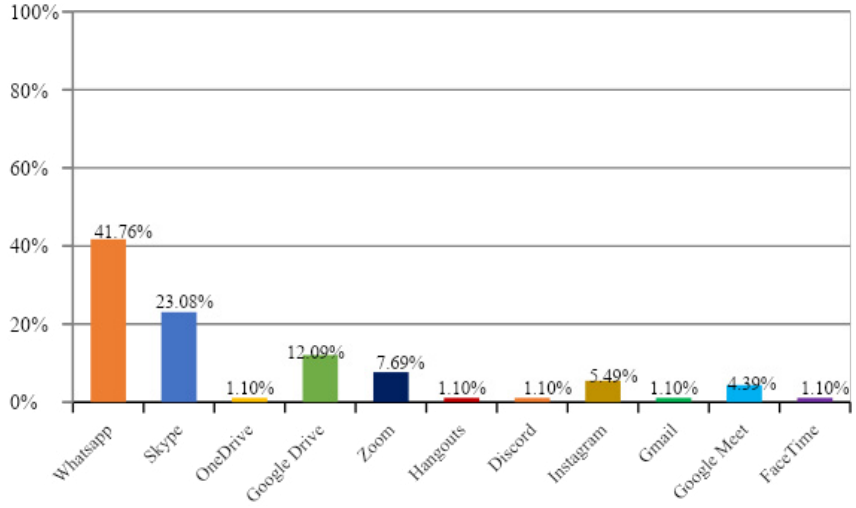


Recursos tecnológicos utilizados por el alumnado en la comunicación con sus compañeros

Frente a esta tendencia docente, para su comunicación con los compañeros de clase el alumnado ha hecho uso, sobre todo, de los servicios de mensajería instantánea y video llamada como *Whatsapp* (41.76%) o *Skype*, aunque este último en mucha menor medida (23.08%) (figura 2). Del mismo modo, se han servido de *Google Drive* para la realización de actividades colaborativas (12.09%) y de *Zoom* (7.69%), *Instragram* (5.49%) y *Google Meet* (4.39%), aunque este último de manera muy escasa y puntual.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 197-220
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

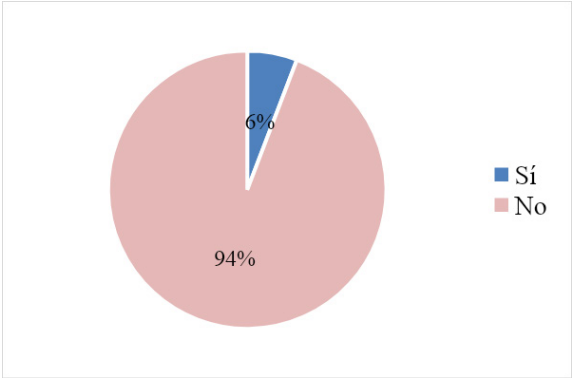
Figura 2. Recursos tecnológicos utilizados por el alumnado para comunicarse con compañeros



Perfil de uso de Google Meet

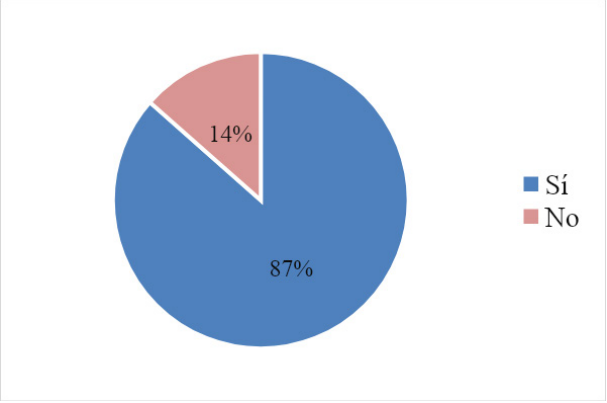
Con anterioridad a la situación excepcional provocada por el COVID-19, prácticamente la totalidad del alumnado reconoce no haber utilizado *Google Meet* (figura 3).

Figura 3. Uso de *Google Meet* previo al COVID-19



Aunque como consecuencia de la suspensión de las clases presenciales, manifiestan haberla utilizado en la mayoría de las asignaturas que están cursando (figura 4).

Figura 4. Uso de *Google Meet* durante la docencia online



Facilidad de uso percibida en Google Meet

En cuanto a la facilidad de uso, los participantes afirman, de manera categórica, que han encontrado numerosos problemas a la hora de utilizar *Google Meet* durante este periodo de docencia virtual (ítem 2) (tabla 3). De hecho, señalan que no les ha resultado una aplicación sencilla (ítem 1), pese a reconocer, de forma contundente, que la aplicación tiene una interfaz intuitiva y amigable (ítem 3).

Tabla 3. Facilidad de uso percibida en Google Meet para enseñanza online COVID-19

Ítem	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	*M*	*DE*
1. Durante este periodo de actividad no presencial, *Google Meet* me ha resultado sencillo de utilizar.	5.8	94.2	0	0	0	0	0	1.94	.235
2. No he tenido problemas para aprender a utilizar *Google Meet* a lo largo de este tiempo de docencia virtual.	86.5	13.5	0	0	0	0	0	1.13	.345

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Ítem	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	*M*	*DE*
3. La interfaz intuitiva, comprensible y amigable de *Google Meet* me ha facilitado su empleo durante esta etapa de aprendizaje online.	1.9	1.9	3.8	3.8	9.6	13.5	65.4	6.19	1.42

Disfrute percibido con Google Meet

Tal y como se recoge en la tabla 4, *Google Meet* les parece una herramienta divertida y entretenida (ítem 1) e, incluso, interesante y motivadora, teniendo en cuenta las circunstancias de excepcionalidad en las que se hallan, como consecuencia de la suspensión de la enseñanza presencial (ítem 2). Pero con todo, lo cierto es que no parecen mostrar un posicionamiento claramente positivo respecto al grado de disfrute generado (ítem 3) y tampoco acaban de reconocer que su empleo les haya gustado (ítem 4).

Tabla 4. Disfrute percibido con Google Meet para enseñanza online COVID-19

Ítem	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	*M*	*DE*
1. Utilizar *Google Meet* como recurso para la enseñanza virtual ha sido entretenido y divertido.	5.8	0	1.9	0	13.5	21.2	57.7	6.10	1.53
2. El uso de *Google Meet* me ha resultado interesante y motivador, teniendo en cuenta la suspensión de la actividad docente presencial.	3.8	1.9	1.9	11.5	11.5	28.8	40.4	5.73	1.54
3. Dadas las circunstancias excepcionales, me ha gustado utilizar *Google Meet*.	7.7	11.5	3.8	17.3	32.7	13.5	13.5	4.50	1.75
4. Me he sentido bien utilizando *Google Meet*.	5.8	7.7	7.7	15.4	23.1	23.1	17.3	4.81	1.73

Utilidad percibida en Google Meet

Respecto a la utilidad de la herramienta para la enseñanza virtual en condiciones de excepcionalidad, claramente se advierte que esta les ha resultado un recurso provechoso para optimizar su aprendizaje (ítem 3) (tabla 5). En efecto, los estudiantes manifiestan que *Google Meet* es una aplicación útil para aprender de manera virtual (ítem 1) y que, gracias a ella, van a mejorar sus resultados en las asignaturas (ítem 4). De hecho, su utilización parece haberles permitido comprender algunos conceptos (ítem 2). En cambio, parecen mostrar un menor grado de acuerdo respecto a las posibilidades que *Google Meet* les ha ofrecido para estar en contacto con el resto de sus compañeros (ítem 5) y, especialmente, con su profesorado (ítem 6).

Tabla 5. Utilidad percibida en Google Meet para enseñanza online COVID-19

Ítem	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	*M*	*DE*
1. Creo que *Google Meet* es útil para aprender de manera online.	7.7	1.9	7.7	7.7	28.8	13.5	32.7	5.19	1.80
2. Teniendo en cuenta la suspensión de la actividad docente presencial, la utilización de Google Meet me ha ayudado a comprender ciertos conceptos.	7.7	3.8	7.7	19.2	11.5	23.1	26.9	5.00	1.85
3. El uso de Google Meet me ha ayudado a mejorar mi aprendizaje en esta etapa de enseñanza virtual.	3.8	1.9	3.8	13.5	25	26.9	25	5.35	1.50
4. Ante la situación de excepcionalidad provocada por el COVID-19, creo que Google Meet me va a ayudar a mejorar mi rendimiento en las asignaturas.	0	7.7	7.7	17.3	19.2	25	23.1	5.15	1.53

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 197-220
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Ítem	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	*M*	*DE*
5. Durante este periodo de no presencialidad, Google Meet me ha permitido estar en contacto con mis compañeros.	5.8	5.8	7.7	17.3	25	30.8	7.7	4.73	1.58
6. Durante este periodo de no presencialidad, Google Meet me ha ayudado a tener un contacto más directo y cercano con mi profesorado.	9.6	7.7	13.5	25	23.1	17.3	3.8	4.12	1.61

Actitud de uso hacia Google Meet

En lo concerniente a la actitud de uso, los participantes señalan que, pese a la excepcionalidad de la situación, el aprendizaje con *Google Meet* les ha resultado aburrido (ítem 2) y escaso de interés (ítem 1) (tabla 6). De hecho, no acaban de recomendar su empleo como herramienta de aprendizaje online, ni siquiera para circunstancias extraordinarias como las actuales (ítem 3).

Tabla 6. Actitud de uso hacia Google Meet para enseñanza online COVID-19

Ítem	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	*M*	*DE*
1. El uso de *Google Meet* ha hecho que el aprendizaje durante este periodo excepcional haya sido más interesante.	17.3	11.5	13.5	21.2	13.5	11.5	11.5	3.83	1.95
2. El empleo de *Google Meet* a lo largo de esta etapa ha provocado que el aprendizaje haya sido aburrido.	3.8	5.8	5.8	9.6	11.5	26.9	36.5	5.46	1.74
3. Creo que utilizar *Google Meet* como herramienta de aprendizaje online en situaciones especiales, como la provocada por el COVID-19, es una buena idea.	3.8	11.5	9.6	30.8	17.3	21.2	5.8	4.33	1.54

Intención de uso de Google Meet

Pese a todo ello, manifiestan su deseo de seguir empleando *Google Meet* cuando la situación se normalice y se retome la enseñanza presencial (tabla 7). Su intención, en ese caso, es utilizarlo para estar en contacto con sus compañeros fuera de clase (ítem 2) y, en menor medida, para interactuar con el profesorado (ítem 3). Ahora bien, lo cierto es que no contemplan su uso en su futuro desempeño profesional (ítem 4) y, menos aún, en su vida académica ulterior (ítem 1).

Tabla 7. Intención de uso de Google Meet para enseñanza online COVID-19

Ítem	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	*M*	*DE*
1. Una vez se retome la enseñanza presencial, me gustaría seguir utilizando *Google Meet* en mi vida académica.	5.8	13.5	26.9	30.8	9.6	7.7	5.8	3.71	1.48
2. Una vez se retome la enseñanza presencial, me gustaría continuar utilizando *Google Meet* para estar en contacto con mis compañeros fuera de clase.	1.9	1.9	3.8	7.7	25	26.9	32.7	5.63	1.38
3. Una vez se retome la enseñanza presencial, me gustaría seguir empleando *Google Meet* para estar en contacto con mi profesorado fuera de clase.	9.6	9.6	7.7	26.9	23.1	11.5	11.5	4.25	1.74
4. Me gustaría utilizar *Google Meet* en mi desempeño profesional futuro si tuviera oportunidad, aunque no se produzcan situaciones excepcionales.	17.3	5.8	17.3	28.8	11.5	7.7	11.5	3.81	1.85

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 197-220
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Análisis cualitativo

A partir del análisis de los discursos de los participantes, emergieron 3 temáticas relacionadas con el paso de la enseñanza presencial a la virtual, como consecuencia del COVID-19: (1) Dificultades que han encontrado en la comunicación durante este periodo, (2) Grado de adecuación de los recursos tecnológicos utilizados por el profesorado y (3) Propuestas de mejora. La exposición de resultados cualitativos obedece al grado de presencia de los códigos y subcódigos en las voces de los estudiantes. Esta se recoge en una serie de tablas donde:

- La frecuencia absoluta (FA) de cada código o subcódigo se refiere al número de veces que los alumnos aluden a una unidad significativa en concreto.
- El porcentaje de frecuencia absoluta (%FA) de cada código o subcódigo es el resultado del cálculo de FAx100/totalFA.

De manera paralela, se ha de indicar que, para ilustrar y clarificar el significado de cada uno de los códigos y subcódigos empleados en el análisis, la presentación de los resultados se hace acompañada de un conjunto de narrativas.

1. *Dificultades en la comunicación*

Esta primera temática se estructura, a su vez, en dos grandes categorías, referidas a los obstáculos que el alumnado ha encontrado durante el periodo de enseñanza no presencial para comunicarse con el profesorado y con sus compañeros. En cuanto a la primera (tabla 8), los participantes señalan, de manera reiterada, que la principal dificultad que han tenido para contactar con su profesorado ha venido provocada, sobre todo, por una gestión inadecuada de la respuesta educativa ante la nueva situación [*Otros profesores han aparecido a las dos semanas de la cuarentena y han intentado que diéramos clases en las vacaciones*, Est_04]. Asimismo, hay quienes subrayan el constante envío de mensajes y la demanda excesiva de actividades prácticas y trabajos, lo que les ha acabado generando un elevado nivel de estrés y ansiedad [*Hay veces que se cuelga un anuncio comunicando al alumnado que debe de hacer una actividad de hoy a las 8:00 a hoy a las 14:00. Si por lo que sea esa mañana no has entrado a los anuncios o a lo mejor has tenido clases y hasta las 13:00 no entras a ver los anuncios, no te enteras y has perdido la oportunidad de hacer esa actividad, ya sea voluntaria o no,* Est_42]. Los envíos a destiempo de los enlaces a las aulas virtuales también parecen haber obstaculizado, en la práctica, la comunicación y el adecuado desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje [*Pasar el enlace de la videoconferencia a horas tardías*, Est_23].

Tabla 8. Frecuencias absolutas de los códigos y subcódigos pertenecientes a la Categoría 1.1.

Categoría	Códigos	FA	%FA
1.1. Dificultades en la comunicación con el profesorado	1.1.1. Técnicas		
	1.1.1.1. Mala conexión	19	24.66
	1.1.1.2. Audio	6	7.8
	1.1.2. Atención educativa		
	1.1.2.1. Resolución dudas	16	20.78
	1.1.2.2. Gestión aprendizaje	20	25.98
	1.1.3. Ninguna	16	20.78
Totales		77	100

Junto a estos problemas, y con una frecuencia acumulada prácticamente similar, se hallan las dificultades causadas por una conexión deficitaria [*La comunicación por Google Meet es buena, pero en mi caso en algunas ocasiones falla por mi conexión a internet*, Est_36]. Estas limitaciones técnicas han provocado, a su vez, que algunos estudiantes no hayan podido conectarse o seguir las clases virtuales [*En mi caso, a algunas clases no he podido asistir por el fallo de internet en mi casa y en otras se me ha cortado la conexión a la mitad*, Est_10]. Otro impedimento que mencionan, de forma recurrente, es el relacionado con la resolución de las dudas que les han podido surgir, tanto de manera síncrona como asíncrona [*La calidad de la enseñanza online es más problemática que la presencial, ya que en numerosas ocasiones la gente pregunta dudas y a los profesores no les llega el aviso de ningún mensaje y siguen con la explicación*, Est_6; *Algún docente tarda en contestar mucho a las tutorías y después responde brevemente,* Est_38]. Pese a ello, y como consecuencia de la variedad de respuestas entre el profesorado, hay voces que niegan haber experimentado algún tipo de contrariedad [*La verdad es que mi profesora se comunica muy bien con nosotros y resuelve nuestras dudas inmediatamente*, Est_22]. En estrecha relación con la débil conexión a Internet, aunque con una ocurrencia notoriamente reducida en sus discursos, señalan los problemas de audio [*Algunas veces, debido a una mala conexión, se cortaba el audio*, Est_05].

Tabla 9. Frecuencias absolutas de los códigos y subcódigos pertenecientes a la Categoría 1.2.

Categoría	Códigos	FA	%FA
1.2. Dificultades en la comunicación con los compañeros	1.2.1. Técnicas		
	1.2.1.1. Mala conexión	14	21.21
	1.2.1.2. Audio	3	4.54
	1.2.2. Brecha digital	9	13.65
	1.2.3. Coordinación	24	36.36
	1.2.4. Ninguna	16	24.24
Totales		66	100

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 197-220
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Respecto a las dificultades en la comunicación con los compañeros de clase (tabla 9), los participantes enfatizan, recurrentemente, las barreras que han tenido para coordinar y gestionar el trabajo en equipo [*No todos podemos conectarnos al mismo tiempo para realizar prácticas,* Est_09]. La imposibilidad de trabajar de manera presencial parece haber provocado, además, cierto grado de confusión y desconcierto en la realización de las actividades grupales [*No es lo mismo hablar y quedar todos en la universidad o en alguna casa que por video llamada puesto que si hablamos todos es imposible entenderse y muchas veces es necesario que unos hablemos con unos y otros con otros y es un lío,* Est_07]. Frente a quienes reconocen haber experimentado este tipo de dificultad, también hay quienes afirman no haber encontrado ningún obstáculo [*No mucha, ya que seguimos en contacto como de normal: Whatsapp, Instagram*, Est_28]. Pero lo cierto es que también con los compañeros, los problemas de carácter técnico parecen haber entorpecido la comunicación, especialmente la mala conexión a Internet y los problemas de audio [*Con mucha dificultad, dado que no en todo momento hemos tenido conexión wifi y eso ha complicado mucho las cosas, además no siempre se escucha bien*, Est_04]. En última instancia, y con el menor porcentaje de frecuencia absoluta, se han destacar los problemas en la comunicación que algunos estudiantes manifiestan haber tenido por no disponer, ellos o sus compañeros, de los recursos tecnológicos necesarios [*En mi caso, con mis grupos de trabajo hemos encontrado la dificultad de que solo podemos conectarnos por Whatsapp, ya que una compañera no tiene internet en casa*, Est_42]. Además, en algunas ocasiones el alumnado se ha visto obligado a compartir los dispositivos con el resto de miembros de su familia, lo que ha acabado condicionando las posibilidades de trabajo en grupo [*Falta de recursos por parte de algunos compañeros, comparten ordenador con sus padres y dependen del horario de estos*, Est_32].

2. *Grado de adecuación de los recursos tecnológicos empleados por el profesorado*

La segunda temática, organizada en dos categorías, versa sobre el nivel de pertinencia de las herramientas utilizadas por los docentes para llevar a cabo la enseñanza no presencial. La primera categoría se encarga de agrupar todos aquellos discursos que denotan un cierto grado de conformidad con la respuesta dada por el profesorado (tabla 10).

Tabla 10. Frecuencias absolutas de los códigos pertenecientes a la Categoría 2.1.

Categoría	Códigos	FA	%FA
2.1. Adecuadas y suficientes	2.1.1. Pertinencia herramientas	25	56.82
	2.1.2. Implicación profesorado	19	43.18
Totales		44	100

En este contexto, los alumnos consideran que esta adecuación viene motivada porque los recursos empleados son los más indicados, sobre todo teniendo en cuenta la excepcionalidad de la situación [*Considerando que esta situación ha sido bastante inesperada y excepcional, considero que los recursos que están siendo utilizados están siendo suficientes y adecuados, ya que permiten, aunque sea de forma telemática, poder seguir dando clase casi de la misma forma que yendo a la universidad,* Est_03]. Frente a ello, y con una tasa de frecuencia absoluta más reducida, también hay quienes consideran que el ajuste de la respuesta está provocado, más bien, por la dedicación y la implicación del profesorado, quien se hace cargo de la situación y se esfuerza por atender y satisfacer sus necesidades [*Sí, puesto que la profesora ha mantenido desde el primer momento de esta situación tan complicada el contacto con los alumnos desde todo tipo de aplicaciones y siempre que tienes una duda te la responde a los pocos días*, Est_41]. Ahora bien, lo cierto es que quienes se sitúan en este posicionamiento dejan entrever en sus relatos una cierta actitud de resignación [*No hay otra forma de hacerlo, hay que trabajar a base de conferencias y explicar mucho las cosas porque no sabemos qué va a ocurrir,* Est_14].

Tabla 11. Frecuencias absolutas de los códigos pertenecientes a la Categoría 2.2.

Categoría	Códigos	FA	%FA
2.2. Inapropiadas e insuficientes	2.2.1. Fallos funcionamiento	15	46.88
	2.2.2. Falta de implicación docente	17	53.12
Totales		32	100

La segunda categoría, en cambio, se ocupa de aglutinar todas aquellas voces que no consideran válidos los recursos empleados por el profesorado para adaptar la enseñanza a la modalidad virtual (tabla 11). En este caso, sus narraciones destacan, sobre todo, la escasa implicación docente como causa principal de su inadecuación [*No, no me parecen suficientes. Creo que no están haciendo las cosas bien y eso se nota, no es lo mismo estar en una clase presencial que en una online y si a eso le sumas, que quieren que te estudies tu solito el temario de una clase para otra y que en la clase online solo quieras preguntar lo que ha quedado claro, creo que no es lo adecuado*, Est_02]. A pesar de ello, y con una similar tasa de ocurrencia, también hay testimonios que consideran que esta inadecuación radica en los problemas de funcionamiento que presentan algunas de las herramientas utilizadas [*Dependiendo de la asignatura. Por ejemplo, en esa y en la otra han utilizado aplicaciones que a mucha gente nos da fallo para entrar y para permanecer dentro,* Est_23].

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 197-220
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

3. *Propuestas de mejora*

La tercera de las temáticas, relativa a las sugerencias de mejora que el alumnado plantea para optimizar la modalidad de enseñanza online, se estructura en dos grandes categorías. Respecto a las ideas para optimizar el uso de *Google Meet*, las voces de los participantes parecen rechazar la formulación de posibles sugerencias (tabla 12). Este posicionamiento se debe, fundamentalmente, a que lo consideran un recurso válido para el aprendizaje virtual [*Creo que es una herramienta bastante completa y por ahora no me ha dado ningún problema*, Est_25]. De hecho, reconocen que gracias a esta herramienta han podido continuar su proceso de formación [*En general, la utilización de Google Meet ayuda a poder continuar con las clases, por lo que no propondría ninguna sugerencia*, Est_49]. Ahora bien, también hay quienes prefieren no hacer ningún tipo de sugerencia por considerar que este no se ajusta a las necesidades que están experimentando [*Es que creo que Google Meet no sirve, ya que es difícil mantener una conversación a través de una videoconferencia con tantas personas, y es por eso que la mayor parte de los alumnos nos sentimos inútiles a la hora de las clases, e inconscientemente, dejamos de prestar atención a la explicación*, Est_24].

Tabla 12. Frecuencias absolutas de los códigos y subcódigos pertenecientes a la Categoría 3.1

Categoría	Códigos	FA	%FA
3.1. Para el uso de *Google Meet* en la enseñanza universitaria online	3.1.1. Sugerencias técnicas		
	3.1.1.1. Mejora sonido	8	14.28
	3.1.1.2. Integración de pizarra	2	3.58
	3.1.1.3. Uso de notificaciones	6	10.71
	3.1.2. Sugerencias al profesorado		
	3.1.2.1. Grabar sesión	5	8.93
	3.1.2.2. Fomentar interacción	10	17.86
	3.1.3. Ninguna		
	3.1.3.1. Adecuada	19	33.93
	3.1.3.2. Inadecuada	6	10.71
Totales		56	100

Frente a esta tendencia, también hay quienes consideran que es responsabilidad del profesorado mejorar el uso de *Google Meet* en la enseñanza virtual, planteándole a este sus propuestas. Entre otras, le recomiendan dinamizar el aprendizaje y fomentar la interacción entre los alumnos [*Propongo organizar debates por videoconferencia*

para participar y que sea más ameno y para comprender mejor los contenidos, Est_08], así como grabar las clases y ponerlas, posteriormente, a disposición del alumnado [*En primer lugar, que cada uno de los profesores que haga uso de esta aplicación grabase la clase. Esto supondría una gran ayuda para los estudiantes, ya que podrían acudir tantas veces como quisieran para tomar apuntes o solventar cualquier duda posible*, Est_07].

En última instancia, subrayan las mejoras de carácter técnico, entre las que parecen enfatizar la necesidad de optimizar la calidad del sonido [*Quitar el ruido de múltiples voces a la vez*, Est_09;], la incorporación de alguna aplicación a modo de pizarra [*Pizarras donde pueda escribir el profesor como hace en clase*, Est_31] y el uso de algún servicio de notificaciones para los mensajes del chat [*Mejoraría algunos aspectos de la aplicación, como la manera de ver los comentarios, ya que si compartes pantalla no puedes leer los comentarios*, Est_21].

Tabla 13. Frecuencias absolutas de los códigos y subcódigos pertenecientes a la Categoría 3.2

Categoría	Códigos	FA	%FA
3.2. Para la mejora de la enseñanza online	3.2.1. Uso de herramientas		
	3.2.1.1. Síncronas	28	30.77
	3.2.1.2. Asíncronas	6	6.59
	3.2.2. Estrategias		
	3.2.2.1. Planificación	13	14.28
	3.2.2.2.Respuesta brecha digital	2	2.20
	3.2.2.3. Equilibrar carga trabajo	36	39.56
	3.2.2.4. Formación docente	2	2.20
	3.2.3. Ninguna	4	4.40
Totales		91	100

La segunda y última categoría se ocupa de compilar todas aquellas voces que sugieren propuestas para mejorar la modalidad de aprendizaje virtual que ha impuesto el COVID-19 (tabla 13). En este contexto, los discursos de los participantes parecen enfatizar la conveniencia de utilizar, sobre todo, herramientas que favorezcan una comunicación síncrona [*Adobe Connect, que es la herramienta que he usado en esa otra asignatura, también me resulta bastante buena para realizar clases online*, Est_03]. Pese a ello, también hay algunos testimonios que recomiendan, aunque con menor insistencia, el uso de recursos de tipo asíncrono [*Otra estrategia podía ser YouTube y subir videos explicativos del tema*, Est_36].

En cuanto a las estrategias de mejora, los alumnos proponen de manera categórica reducir la carga de trabajo académico, ya que afirman sentirse ostensiblemente

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 197-220
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

sobrepasados [*Que los profesores no se pasen con los trabajos puesto que estamos hasta arriba de tareas y aunque estemos en casa no podemos estar cada día y a todas horas mirando la plataforma de UACloud*, Est_14]. También apuntan la necesidad de mejorar la planificación y coordinación de la respuesta que, desde la institución, se está dando a la situación, especialmente en lo relativo al uso de una única herramienta tecnológica [*Cómo bien he mencionado anteriormente, que todos los profesores hagan uso de la misma plataforma web, aplicación, etc.*, Est_07]. En último término, y con similar porcentaje de frecuencia, exigen la solución de los problemas relacionados con la brecha digital [*Estrategias que tengan en cuenta a las personas que no tienen un acceso fácil a las tecnologías requeridas para las clases online*, Est_27], así como incidir en el desarrollo de la competencia digital del profesorado [*Creo que el profesorado debería estar preparado para dar clases online, y esto es una cuestión que ahora no se puede remediar, creo yo. Entonces para que esta situación sea lo más llevadera posible para todos debemos poner tanto alumnado como profesorado de nuestra parte para que este método funcione,* Est_43].

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Reconociendo la importancia que las herramientas tecnológicas tienen para dar respuesta a los problemas que enfrenta el ser humano y para el avance y la mejora de la sociedad, esta investigación se planteó con el propósito de identificar las necesidades de comunicación que el alumnado universitario está teniendo en la modalidad de enseñanza online impuesta por el COVID-19 y, en segunda instancia, reconocer si *Google Meet* está siendo capaz de satisfacerlas. A la vista de los hallazgos arrojados por el estudio, el proceso de adaptación a la virtualidad no se está produciendo en las mejores condiciones, al menos en lo que respecta al alumnado. De acuerdo con este, aunque el profesorado está haciendo uso de una modalidad síncrona de enseñanza, lo que se corresponde con sus necesidades, la sobrecarga de trabajo y la falta de una adecuada planificación y gestión de la respuesta educativa están dificultando en gran medida su proceso de aprendizaje (Franchi, 2020). A ello se ha de unir, además, el impacto de las dificultades que están encontrando los estudiantes para comunicarse con sus compañeros, algo que intentan paliar con las aplicaciones y herramientas con las que están familiarizados, como Whatsapp (So, 2016).

En lo concerniente al uso de *Google Meet*, este no parece venir a dar respuesta a sus necesidades, ya que aunque lo consideran un recurso útil y valioso para el aprendizaje virtual, su utilización les genera ciertas dificultades, sobre todo como consecuencia de la falta de conocimientos, los problemas de conexión y el retardo entre la imagen y el sonido (Budiana y Yutanto, 2020); limitaciones que también han sido puestas de manifiesto con el uso de otras aplicaciones similares (Cornelius, 2014; Morrison, 2011). En definitiva, y con el propósito de optimizar la respuesta que desde las instituciones de Educación Superior se está dando a la situación

excepcional que estamos atravesando, se concluye señalando la conveniencia de atender sus necesidades y, en base a estas, rediseñar el plan de actuación con el que la universidad va a hacer frente a uno de sus mayores desafíos.

REFERENCIAS

Barbosa, S., y Amariles, M. (2019). Learning styles and the use of ICT in university students within a competency-based training model. *Journal of New Approaches in Educational Research, 8*(1), 1-6. https://doi.org/10.7821/naer.2019.1.296

Budiana, K. M., y Yutanto H. (2020). Webinar: A strategy to enhance speaking skill of non-native English speaker. *Journal of English Educators Society*, *5*(1), 31-37. https://doi.org/10.21070/jees.v5i1.354

Cabero, J., Barroso, J., y Llorente, Mª. C. (2016). Technology acceptance model & augmented reality: Study in progress. *Revista Lasallista de Investigación, 13*(2), 18-26. https://doi.org/10.22507/rli.v13n2a2

Carrick, F. R., Abdulrahman, M., Hankir, A., Zayaruzny, M., Najem, K., Lungchukiet, P., y Edwards, R. A. (2017). Randomized controlled study of a remote flipped classroom neuro-otology curriculum. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 349. https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00349

Cecilio-Fernandes, D., Parisi, M. C. R., Santos, T. M., y Sandars, J. (2020). The COVID-19 pandemic and the challenge of using technology for medical education in low and middle income countries. *MedEdPublish*. https://doi.org/10.15694/mep.2020.000074.1

Cendon, E. (2018). Lifelong learning at universities: Future perspectives for teaching and learning. *Journal of New Approaches in Educational Research, 7*(2), 81-87. http://dx.doi.org/10.7821/naer.2018.7.320

Chen, C. H., Liao, C. H., Chen, Y. C., y Lee, C. F. (2011). The integration of synchronous communication technology into service learning for pre-service teachers' online tutoring of middle school students. *Internet and Higher Education, 14*, 27-33. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.02.003

Chen, J., Dobinson, T., y Kent, S. (2020). Student's perspectives on the impact of Blackboard Collaborate on Open University Australia (OUA) online learning. *Journal of Educators Online, 17*(1). https://bit.ly/3by9qM3. https://doi.org/10.1080/02680513.2019.1688654

Cornelius, S. (2014). Facilitating in a demanding environment: Experiences of teaching in virtual classrooms using web conferencing. *British Journal of Educational Technology, 45*(2), 260-271. https://doi.org/10.1111/bjet.12016

Creswell, J. W., y Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly, 13*(3), 319-340. https://doi.org/10.2307/249008

Elo, S., y Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing, 62*(1), 107-115. https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x

Franchi, T. (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on current anatomy education and future careers: A student's perspective. *Anatomical Sciences*

Education. https://doi.org/10.1002/ase.1966

Gegenfurtner, A., Zitt, A., y Ebner, C. (2020). Evaluating webinar-based training: A mixed methods study of trainee reactions toward digital web conferencing. *International Journal of Training and Development, 24*(1), 5-21. https://doi.org/10.1111/ijtd.12167

Hsieh, H. F., y Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research, 15*(9), 1277-1288. https://doi.org/10.1177/1049732305276687

Huber, G. L., y Gürtler, L. (2013). *AQUAD 7. Manual: The analysis of qualitative data*. Ingeborg Huber Verlag.

Infante-Moro, A., Infante-Moro, J., y Gallardo-Pérez, J. (2019). The importance of ICTs for students as a competence for their future professional performance: The case of the faculty of business studies and tourism of the University of Huelva. *Journal of New Approaches in Educational Research, 8*(2), 201-213. http://dx.doi.org/10.7821/naer.2019.7.434

Kerres, M. (2020). Against all odds: Education in Germany coping with COVID-19. *Postdigital Science and Education*. https://doi.org/10.1007/s42438-020-00130-7

Morrison, K. A. (2011). Using web conferencing to teach constructivist, discussion-rich seminars: Can it work? *The Quarterly Review on Distance Education, 12*(4), 269-274.

Rao, P. (2019). Webinars and their effective use in English language teaching and learning. *ELT Vibes: International E-Journal for Research in ELT*, 5(1), 73-97.

Sandars, J., Correia, R., Dankbaar, M., de Jong, P., Goh, P. S., Hege, I. ... Pusic, M. (2020). Twelve tips for rapidly migrating to online learning during the COVID-19 pandemic. *MedEdPublish*. https://doi.org/10.15694/mep.2020.000082.1

Sandhya, S., Koppad, S. H., Kumar, S. A., Dharani, A., Uma, B. V., y Subramanya, K. N. (2020). Adoption of Google Forms for enhancing collaborative stakeholder engagement in higher education. *JEET Journal of Engineering Education Transformations, 33*, 283-289. https://doi.org/10.16920/jeet/2020/v33i0/150161

So, S. (2016). Mobile instant messaging support for teaching and learning in higher education. *Internet and Higher Education, 31*, 32-42. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.06.001

Taha, M. H, Abdalla, M. E., Wadi, M., y Khalafalla, H. (2020). Curriculum delivery in medical education during an emergency: A guide based on the responses to the COVID-19 pandemic. *MedEdPublish*. https://doi.org/10.15694/mep.2020.000069.1

Trespalacios, J., y Uribe-Florez, L. (2020). Developing online sense of community: Graduate students' experiences and perceptions. *Turkish Online Journal of Distance Education, 21*(1), 57-72. https://doi.org/10.17718/tojde.690340

UNESCO. (2020). *Handbook on facilitating flexible learning during educational disruption: The Chinese experience in maintaining undisrupted learning in COVID-19 outbreak*. https://bit.ly/3fQyeSJ

Villalón, R., Luna, Mª., y García-Barrera, A. (2019). Valoración y uso de la plataforma Blackboard Collaborate en una universidad a distancia: estudio de caso sobre las prácticas declaradas de docentes del Grado de Psicología. *Digital Education Review, 35*, 267-288.

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LAS AUTORAS

Rosabel Roig-Vila: Catedrática de Universidad de Tecnología Educativa (CU) de la Universidad de Alicante y Doctora en Pedagogía (premio extraordinario). Ha sido Decana de la Facultad de Educación de la UA (2005-2009) y actualmente es Directora del Instituto de Ciencias de la Educación de esta universidad. Es editora de la revista electrónica científica Journal of New Approaches in Educational Research (NAER) (http://www.naerjournal.ua.es) y dirige el grupo de investigación GIDU-EDUTIC/IN. https://orcid.org/0000-0002-9731-430X
E-mail: rosabel.roig@ua.es

Mayra Urrea-Solano: Profesora asociada del Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas de la Facultad de Educación de la Universidad de Alicante. Forma parte de la Red de Investigación en Diseño y Oportunidades de Género en la Educación Superior (https://bit.ly/3bVFIRY) y del grupo de investigación GIDU-EDUTIC/IN (http://bit.ly/2Ovbafw). Sus líneas de investigación se centran en el estudio de la tecnología educativa, la igualdad de género y el liderazgo en la Educación Superior. https://orcid.org/0000-0001-8650-7854
E-mail: mayra.urrea@ua.es

Gladys Merma-Molina: Profesora de la Universidad de Alicante. Doctora por la misma universidad. Directora de la Red de Investigación en Diseño y Oportunidades de Género en la Educación Superior (https://bit.ly/3bVFIRY). Sus investigaciones se centran en la igualdad de género, la convivencia y la educación en valores. Investigadora del Grupo de Investigación GIDU.EDUTIC/IN (http://bit.ly/2Ovbafw) y asesora de Proyectos Iberoamericanos, en la perspectiva de la igualdad de género y la convivencia en la educación. Para obtener más información: https://bit.ly/3aQgZNP. https://orcid.org/0000-0002-9856-6314
E-mail: gladys.merma@ua.es

Dirección:
Facultad de Educación
Universidad de Alicante
Calle Aeroplano, s/n
San Vicente del Raspeig (España)

Fecha de recepción del artículo: 15/05/2020
Fecha de aceptación del artículo: 11/07/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 31/08/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

Evaluación de un juego serio que contribuye a fortalecer el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de nivel medio superior

(Assessment of a serious game that may contribute to improving logical-mathematical reasoning in high school students)

Alicia López Sánchez
Aída González Lara
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL (México)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450

Cómo referenciar este artículo:
López Sánchez, A., y González Lara, A. (2021). Evaluación de un juego serio que contribuye a fortalecer el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de nivel medio superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 221-243. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450

Resumen

Actualmente, contar con habilidades para resolver problemas usando el razonamiento lógico-matemático es muy importante para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. De acuerdo con los resultados de pruebas como el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) y Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA), en México los estudiantes se encuentran en un dominio insuficiente en este razonamiento debido a que conocen los conceptos, pero no saben cómo aplicarlos. Para contribuir a resolver este problema, en esta investigación se presenta la evaluación de un juego serio (el cual contiene problemas de opción múltiple) para fortalecer el razonamiento lógico-matemático con la implementación de un sistema basado en lógica difusa. Para lograr lo anterior se diseñaron dos exámenes similares en cuanto complejidad y el tiempo máximo de respuesta. Posteriormente se aplicó la primera prueba y después se les proporcionó a 33 estudiantes de nivel medio superior el juego, los cuales lo utilizaron durante dos semanas y finalmente se aplicó la segunda prueba. Se analizaron los resultados de las pruebas con base en el tiempo invertido y los niveles alcanzados durante el uso del juego, se encontró que la mayoría de los estudiantes pueden hacer procedimientos lineales, pero se les dificulta hacer múltiples

procedimientos, también se identificó que los estudiantes que utilizaron el juego o avanzaron de nivel mejoraron a diferencia de los que no lo hicieron.

Palabras clave: aprendizaje; tecnología de la información; inteligencia artificial.

Abstract

Nowadays, having skills to solve problems using logical-mathematical reasoning is very important for the development of science and technology. According to the results of tests like the Program for International Student Assessment (PISA) and the National Plan for Learning Assessment (PLANEA), students in Mexico have a poor command in this type of reasoning, since they know the concepts but they do not know how to apply them. To help in solving this problem, this research presents the assessment of a serious game (which contains multiple-choice problems) to strengthen the logical-mathematical reasoning with the implementation of a system based on fuzzy logic. To achieve the above, two exams which were similar in ability level and time limit were designed and maximum time to answer. Afterward, the first test was applied and then the 33 high-school students were provided with the game, which they used for two weeks and finally the second test was applied. The results from the tests were analyzed based on the duration and the levels reached during the use of the game, it was discovered that most of the students can do linear procedures, but they find it difficult to do multiple procedures. Also, it was identified that those students that used the game or moved to the next level improved their performance, unlike those who did not use it.

Keywords: learning; information technology; artificial intelligence.

Actualmente, contar con habilidades matemáticas es muy importante, debido a que los estudiantes pueden interpretar textos, realizar cálculos, operaciones e incluso análisis de situaciones, logrando así resolver problemas ya sean cotidianos o de una carrera profesional con ayuda de conocimientos previos (Soto, 2018).

El pensamiento es una actividad mental que requiere esfuerzo y es impulsado cuando el individuo se encuentra en una situación que requiere una planeación para alcanzar una meta, por lo que se desarrolla en los adolescentes y adultos, facilitando la resolución de problemas matemáticos, aunque este pensamiento es necesario, también se afirma que no es suficiente debido a que existe un gran número de personas que no han logrado mejorar esa habilidad conocida como razonamiento lógico matemático, ya que solo saben resolver operaciones básicas sin saber cómo, cuándo y en qué casos aplicarlas (Quintero, Suárez, García y Vanegas, 2012; Larrazolo, Backhoff y Tirado, 2013).

Se puede decir que el razonamiento lógico-matemático es la capacidad para resolver problemas así como realizar deducciones con el propósito de establecer soluciones con argumentos válidos, por lo que cuando las personas tienen un buen

razonamiento pueden emplear fórmulas, experimentar y resolver problemas en su vida cotidiana (Rodríguez, Mendivil, Arámburo y Valenzuela, 2017).

En 2018, México participó (en unión con 78 países) en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), con la participación de 600,000 estudiantes representando alrededor de 32 millones de jóvenes de 15 años de las diferentes instituciones del mundo, en esta evaluación, una de las áreas incluidas es el uso y la interpretación de matemáticas en distintas situaciones, incluyendo el razonamiento y aplicación de conocimiento; México fue posicionado en lugar 55, con un promedio de 409 puntos en el área de matemáticas, lo cual lo coloca debajo del promedio establecido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) de 489 puntos, lo que significa que solamente uno de cada 100 estudiantes mexicanos obtiene un rendimiento de nivel superior (OECD, 2018).

No solamente se han realizado pruebas de manera internacional, en 2017 participaron 117,700 estudiantes de 2,319 escuelas en la evaluación del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) desarrollado por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), en esta evaluación, el área de matemáticas se encuentra conformada por 52 reactivos de sentido numérico y pensamiento algebraico, 51 de cambios y relaciones, 13 de forma, espacio y medida, así como también 32 de manejo de la información; los resultados que se obtuvieron indican que seis de cada diez alumnos se encuentran en el nivel I (66%), dos de cada diez en el nivel II (23%), ocho de cada 100 (8%) en el nivel III y casi tres de cada 100 (2.5%) en el último nivel, lo anterior representa que el 66% de los estudiantes evaluados tiene dificultades para realizar operaciones con fracciones y/o variables (INEE, 2019a).

El Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) establece que el 59% de los estudiantes de sexto de primaria, el 64.5% de los alumnos de tercero de secundaria y el 66.2% de los estudiantes que terminan la educación media superior se encuentran en un dominio insuficiente en el área de matemáticas, el reporte indica que los estudiantes de educación media superior tienen dificultades para realizar operaciones con fracciones, que combinen incógnitas y/o variables (INEE, 2019b).

Para solucionar este problema Bragdon y Fellows (2003) proponen ejercicios mentales con el propósito de desafiar las destrezas en la vida real como el razonamiento lógico-deductivo, la manipulación de símbolos y las reglas de cálculo matemático, con apoyo de libros, herramientas informáticas o incluso juegos serios (Michael y Chen, 2006; Alvarez y Djaouti, 2011) por lo que muchos de los estudiantes cursan tutorías con el objetivo de resolver problemas relacionados con la dificultad de aprendizaje o incluso habilidades de estudio (García, Cuevas, Vales y Cruz, 2012) ya sea de manera física o a través de plataformas virtuales como *Moodle* (Moodle, 2020), *Structuralia* (Structuralia, 2020) y *evolCampus* (EvolMind, 2020).

Sin embargo, aunque los estudiantes conozcan las operaciones y los conceptos no saben cómo utilizarlos debido a que en la mayoría de las aplicaciones los usuarios responden a una serie de preguntas con ayuda de libros o internet.

El objetivo de la investigación que se presenta en este trabajo es evaluar un juego serio cuyo propósito consiste en fortalecer el razonamiento lógico matemático, implementando un sistema basado en lógica difusa, con los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar dos evaluaciones con los mismos niveles de dificultad, pero con distintos problemas.
- Aplicar las dos evaluaciones, una antes y la otra después de utilizar el juego serio.
- Comparar los resultados de las dos evaluaciones con base en el tiempo y los aciertos obtenidos para cada examen.

Como se mencionó anteriormente, en este artículo no solamente se diseñarán y aplicarán dos evaluaciones (una antes y la otra después de usar el juego serio), sino que también se analizarán los resultados y el tiempo en que tardaron en contestar las evaluaciones con respecto al tiempo invertido en utilizar el juego serio, los subtemas terminados completando los tres niveles, así como también cuantos subtemas se avanzaron por lo menos al siguiente nivel (nivel 2), para posteriormente determinar si los estudiantes mejoraron o no al usar el juego.

La motivación de este artículo es demostrar que un juego serio con implementación de un sistema basado en lógica difusa ayuda a fortalecer el razonamiento lógico matemático, por lo que para esta investigación se utilizaran estudiantes de nivel medio superior.

LIMITACIONES

Esta investigación se realizó con un tamaño de muestra inicial, obteniendo resultados preliminares, sin embargo, se busca ampliar el tamaño de muestra por parte de los estudiantes de nivel medio superior.

TRABAJOS RELACIONADOS

Se han utilizado juegos serios para el aprendizaje de las matemáticas como *MathFraction*, el cual consiste en enseñar fracciones a niños de primaria, enfocado al contexto regional del lugar (Ibarra, Soto, Ataucusi y Ataucusi, 2016), NNG (*Number Navigation Game*), en donde su objetivo consiste en fortalecer la solución de problemas aritméticos en estudiantes de cuarto, quinto y sexto año de primaria (Brezovszky et al., 2019) o MathBharata, el cual está dirigido a niños con discapacidad intelectual y se compone de cinco preguntas por competencia con dos minutos para contestar cada uno de los problemas, compuestos principalmente por números en lugar de oraciones (Mangowal, Yuhana, Yuniarno y Purnomo, 2017).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 221-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

No solo se utilizan los juegos serios para el desarrollo de aplicaciones con un propósito serio, sino que también existen aplicaciones usando inteligencia artificial (IA), como el *Multiagents Intelligent Tutoring Systems* el cual consiste en problemas de programación lineal (Soares, Gonçalves, Monteiro, Machado y Jusan, 2016).

RAZONAMIENTO LÓGICO-MATEMÁTICO

Gardner y Hatch (1989) definen la inteligencia lógica matemática como la capacidad de resolver problemas, comprender patrones y manejar cadenas de razonamiento. El Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM, *National Council of Teachers of Mathematics*) de Estados Unidos, define que el razonamiento lógico matemático requiere de habilidades para construir conjeturas, desarrollar y evaluar argumentos, así como también de seleccionar y utilizar diferentes tipos de representación matemática (Kramarski y Mevarech, 2003).

Se puede decir que el razonamiento lógico matemático es la capacidad de comprender datos usando proposiciones y funciones para la categorización, distribución y deducción de pruebas de hipótesis empleando una serie de pasos (Armstrong, 2006; Lithner, 2000):

Paso 1: Se cumple una situación problemática.
Paso 2: Se define una estrategia para resolver el problema.
Paso 3: Se implementa la estrategia (en caso de no resolver regresar al anterior).
Paso 4: Se obtiene un resultado.

El razonamiento matemático es la disciplina que subyace de las matemáticas, la ciencia y la tecnología, se emplea para hacer deducciones a partir de hipótesis con base en reglas, leyes y principios morales, por lo que se utiliza en la ingeniería inversa, programación, en tecnologías de la información, entre otras profesiones relacionadas con la ingeniería (Johnson, Khemlani y Goodwin, 2015; Holvikivi, 2007).

EL APRENDIZAJE

El proceso de enseñanza-aprendizaje ha cambiado a lo largo del tiempo, por lo que se emplean distintas maneras de adquirir el conocimiento con el propósito de que las personas puedan acceder, codificar, recuperar y usar la información en distintas situaciones (Hurtado, García, Rivera y Forgiony, 2018).

Con el propósito de comparar el nivel de aprendizaje logrado con el material proporcionado se realizan evaluaciones, se puede decir que una evaluación es una actividad orientada a determinar el mérito o valor, en otras palabras, consiste en comparar los datos obtenidos de algo a través de un proceso sistemático, formulando

un juicio de valor sobre el resultado final y es utilizado en múltiples objetos (profesores, alumnos, productos, entre otros) (Fernández, 2014). Existen diferentes instrumentos para el proceso de evaluación del aprendizaje, los cuales se pueden apreciar a continuación (Santibáñez, 2016):

- Pruebas orales: Es la forma más antigua de evaluación y consiste en dar respuestas de manera oral a preguntas de una o más personas que aplican el examen, permitiendo el desarrollo de habilidades de comunicación con respuestas más auténticas (Huxham, Campbell y Westwood, 2010).

    - **Estructuración autónoma**: consiste en realizar una exposición oral sobre algún tópico con base en la secuencia, extensión y profundidad que el estudiante determine.
    - **Estructuración cerrada**: consiste en realizar una serie de preguntas (entre dos a cinco preguntas por alumno) a un grupo de estudiantes de manera alterna o sucesivamente en un rango de tiempo establecido.

- Pruebas escritas: estas pruebas son las más utilizadas por los maestros, en donde usualmente evalúan y califican el aprendizaje alcanzado por parte de los estudiantes (Jarero, Aparicio y Sosa, 2013).

    - Ítems de respuesta libre: otorgan libertad para expresar la respuesta.
    - Ítems de respuesta breve: se presentan por preguntas realizadas en forma directa, considerando una respuesta breve.
    - Ítems de opción simple: el alumno decide entre dos opciones como verdadero-falso, si-no, entre otros.
    - Ítems de opción triple: son similares a los ítems de opción simple, pero con la opción de interponer otro termino.
    - Ítems de opción múltiple: su estructura consiste principalmente de un enunciado seguido por cuatro o cinco posibles elecciones de respuesta.

Con base en las evaluaciones mencionadas anteriormente, se determinó realizar exámenes escritos de opción múltiple, por ser más eficaces para medir y evaluar el aprendizaje debido a que se pueden realizar procedimientos (por lo que destacan en áreas como ciencias) a los problemas establecidos, así como también generan menos nervios, ansiedad y más tiempo para elaborar su respuesta (Lasso y Córdoba, 2015; Santibáñez, 2016).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 221-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Pruebas -Test para las muestras de datos

Se utilizan pruebas Welch con el propósito de conocer si en dos poblaciones existe una diferencia significativa entre las medias poblacionales con varianzas y tamaños diferentes, donde $\overline{x_1}$ y $\overline{x_2}$ son las medias de las muestras, s_{X_1} y s_{X_2} son las varianzas estimadas, así como también n_1 y n_2 son los tamaños para cada grupo de manera independiente (Aishah y Syed, 2014; Delacre, Lakens y Leys, 2017):

$$t = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{\frac{{s_{x_1}}^2}{n_1} + \frac{{s_{x_2}}^2}{n_2}}}$$

Para calcular los grados de libertad se utiliza lo siguiente:

$$GL = \frac{\left(\frac{{s_{x_1}}^2}{n_1} + \frac{{s_{x_2}}^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{{s_{x_1}}^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{{s_{x_2}}^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

En algunas ocasiones el resultado obtenido para determinar los grados de libertad no necesariamente es un entero, por lo que se considera el valor entero más cercano.

ESTRUCTURA DEL JUEGO SERIO

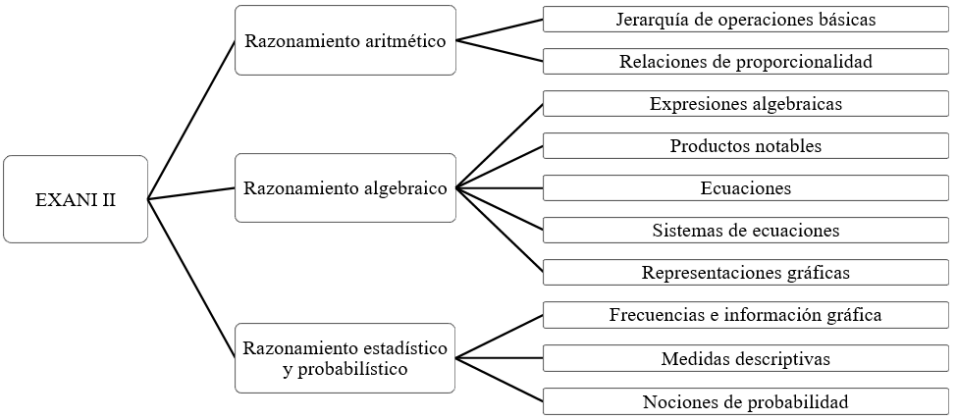
El juego serio a evaluar tiene como nombre "MathLogic - La Leyenda de YuZhen" como se muestra en la figura 1 la estructura del juego, el cual está conformado con un estilo caricaturesco y definido en un mundo encantado con ayuda de cuatro personajes (uno al inicio del juego y otro para cada tema del juego), en donde solicitan la ayuda del jugador a través de diálogos de texto informando la situación en la que se encuentran y la manera de cómo ayudarlos (pasando todas las misiones del tema de cada personaje).

Figura 1. Estructura del juego serio

Fuente: López (2020)

La estructura del juego se encuentra definida con base en el Examen Nacional de Ingreso a la Educación Superior (EXANI-II) por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (Ceneval) en México, donde se estructura se puede observar en la figura 2 (López, 2017).

Figura 2. Estructura del razonamiento matemático



Fuente: CENEVAL (2018)

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 221-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Se recopilaron a través de distintas fuentes de información como libros, guías de ingreso a las distintas escuelas e incluso en internet, los problemas de matemáticas que conforman el juego serio, los cuales posteriormente fueron analizados, rechazados o aceptados y clasificados en cada uno de los subtemas por un grupo de expertos en el área, todos ellos son licenciados en matemáticas por la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León en México, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Áreas de conocimientos del grupo de expertos

Experto	Experiencia
Experto 1	Tres años trabajando en la Dirección de Evaluación Institucional del TecMilenio, como especialista en evaluación y revisión de exámenes online de matemáticas, tres años en la evaluación de maestros para la elaboración de reactivos de la misma área y tres años impartiendo asesorías en la FCFM a nivel licenciatura.
Experto 2	Dos años como evaluador en actividades en el desarrollo de creatividad y capacidad para resolución de problemas de nivel medio superior (CBTas), tres años y medio impartiendo asesorías para nivel superior en la FCFM, siete años en el desarrollo de soluciones basadas en modelos matemáticos.
Experto 3	Veinte años impartiendo clases para la FCFM en el área de matemáticas, con un doctorado en Ciencias con Orientación en Matemáticas y una línea de desarrollo de álgebras y las ecuaciones diferenciales, así como también integrante del Cuerpo Académico de Sistemas Complejos.

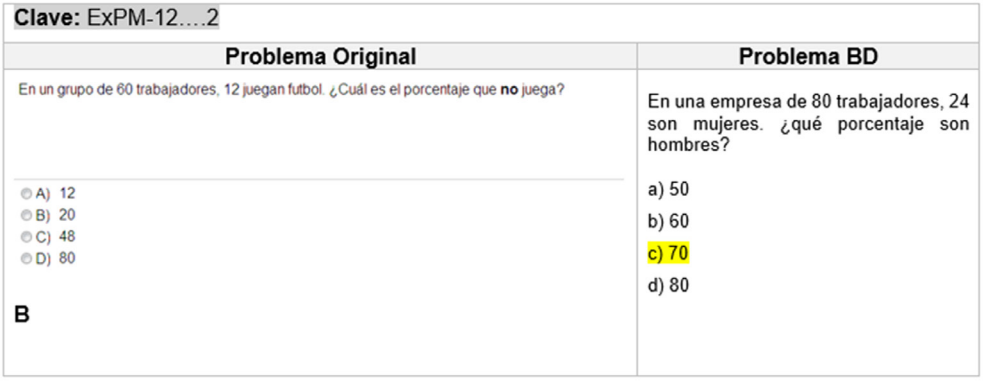
Asimismo, se establecieron tres niveles de dificultad, definidos en la tabla 2, los cuales se establecieron con apoyo del mismo grupo de expertos y una guía titulada "Niveles de dominio en Habilidad matemática" (Reyes, Castillo, Zúñiga y Llarena, 2012).

Tabla 2. Niveles de dificultad establecidos por el grupo de expertos en matemáticas

Nivel	Características
1 (Bajo)	Su nivel de razonamiento se caracteriza por lograr resolver problemas utilizando una aplicación de conocimientos y procedimientos lineales.
2 (Intermedio)	Se caracteriza por tener un nivel de razonamiento en el cual se logran ejecutar múltiples procedimientos, incluyendo decisiones secuenciales.
3 (Alto)	Consiste en poseer un nivel de razonamiento, logrando proponer y evaluar soluciones justificando su utilización y entender el lenguaje simbólico, logrando formar modelos y estrategias con base en observación y análisis.

Todos los problemas reestructurados se almacenaron en una base de datos (BD) sin perder la lógica del problema con base en diferentes libros o páginas de internet recopilados, validados y clasificados por el grupo de expertos, como se muestra en la figura 3, un problema del subtema de Jerarquía de operaciones.

Figura 3. Ejemplo de uno de los 231 problemas con su versión original y modificado



En total se reestructuraron 231 problemas para los diferentes temas, subtemas y niveles como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Total de problemas que conforma el juego serio

Tema	Subtema	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total
Razonamiento aritmético	Jerarquía de operaciones básicas	9	12	8	29
	Relaciones de proporcionalidad	7	8	7	22
Razonamiento algebraico	Expresiones algebraicas	11	8	8	27
	Productos notables	6	6	6	18
	Ecuaciones	10	8	7	25
	Sistemas de ecuaciones	6	10	7	23
	Representaciones gráficas	7	8	9	24
Razonamiento estadístico y probabilístico	Frecuencias e información grafica	6	7	7	20
	Medidas descriptivas	7	8	6	21
	Nociones de probabilidad	9	7	6	22

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 221-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Para el proceso de evaluación del juego serio se desarrolló e implementó un Sistema de Inferencia Difuso (FIS, *Fuzzy Inference System*) compuesto de tres variables y para cada variable tres etiquetas lingüísticas, en donde el usuario contesta una misión compuesta de cinco problemas de opción múltiple de orden aleatorio (tanto los problemas como sus soluciones) obteniendo un resultado (variable de salida) de si se regresa, avanza o se queda en el mismo nivel de complejidad con base en el tiempo que tardó en contestar y su respuesta (variables de entrada).

1. **Variables de entrada**.

   a. **Tiempo**: duración estimada para responder cada problema con un tiempo mínimo y máximo de respuesta almacenado en la BD, es decir cada problema tiene un tiempo estimado de respuesta dependiendo de la complejidad del problema.
      i. **Corto:** es el tiempo mínimo para resolver el problema.
      ii. **Medio:** se estima un tiempo intermedio para contestar el problema.
      iii. **Largo:** es el tiempo máximo para resolver el problema.

   b. **Aciertos:** resultado de la respuesta del problema, en esta variable solo se considera verdadero o falso (dependiendo de la respuesta).
      i. **Bajo:** cuando el problema lo contestó de manera incorrecta.
      ii. **Alto:** cuando el problema lo contestó de manera correcta.

2. **Variables de salida**

   a. **Nivel:** es el resultado final de cada misión y se establece con base en el tiempo y el resultado de la respuesta**.**
      i. **Regresa:** regresa al nivel anterior, deshabilitando el nivel en el que el usuario se encuentra (excepto para el nivel uno).
      ii. **Mismo:** se queda en el mismo nivel, por lo que no genera ninguna acción.
      iii. **Siguiente**: significa que se desbloquea el siguiente nivel para el mismo subtema en el que se encuentra el estudiante (excepto para el nivel tres).

Para la información de la variable del tiempo del FIS, se diseñó un sitio web el cual contiene todos los problemas que se encuentran en la BD, separados por temas, subtemas y niveles, con el propósito de recopilar y analizar los tiempos en que los estudiantes contestaban cada uno de los problemas, este sitio web contiene un control de los estudiantes que ingresan y responden, los cuales solamente pueden contestar una vez cada uno de los problemas, esto con el propósito de no alterar los tiempos ya sea porque ya conocen el problema o lo realizaron con más tranquilidad

fuera del sitio web, asimismo en caso de no encontrar su solución pueden reportarlo, explicando su motivo.

Para la recopilación de los tiempos, se obtuvo la participación de 307 estudiantes del último semestre (sexto) de la Escuela Industrial y Preparatoria Técnica Álvaro Obregón Unidad Tres Caminos, se obtuvo un total de 7,098 respuestas para cada uno de los problemas de la BD, las cuales se dividieron en tres listas:

- Problemas contestados correctamente.
- Problemas contestados de manera incorrecta.
- Problemas reportados (se almacena el motivo por el que se reportó).

Para los problemas reportados se analizaron 105 reportes, de los que se modificaron o restructuraron 10 en total (ya sea en sus respuestas o en la descripción del problema), así como también se eliminaron los valores atípicos de las dos principales listas (los problemas contestados de manera correcta e incorrecta) usando pruebas *Grubbs* con el paquete estadístico R, para posteriormente comparar si ambas listas son estadísticamente similares con el propósito de determinar el valor mínimo y máximo para la variable de tiempo del FIS con base en la lista de los tiempos contestados de manera correcta o también la de las respuestas incorrectas (en caso de ser ambas listas estadísticamente similares). Asimismo, se establecieron seis reglas difusas para el FIS, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Reglas difusas que conforman el juego serio

Respuesta	Tiempo		
	Corto	Medio	Largo
Incorrecta	Retrocede	Retrocede	Retrocede
Correcta	Siguiente	Siguiente	Igual

Cada problema que conforma una misión (cinco problemas en total) es evaluado, por lo que al resultado se le asigna un valor de -1 si regresa, 0 si se queda igual y 1 si avanza al siguiente nivel, se determinaron 21 casos posibles, como se muestra en la tabla 5 sin importar el orden de las respuestas.

Tabla 5. Estructura para la evaluación de los cinco problemas de cada nivel

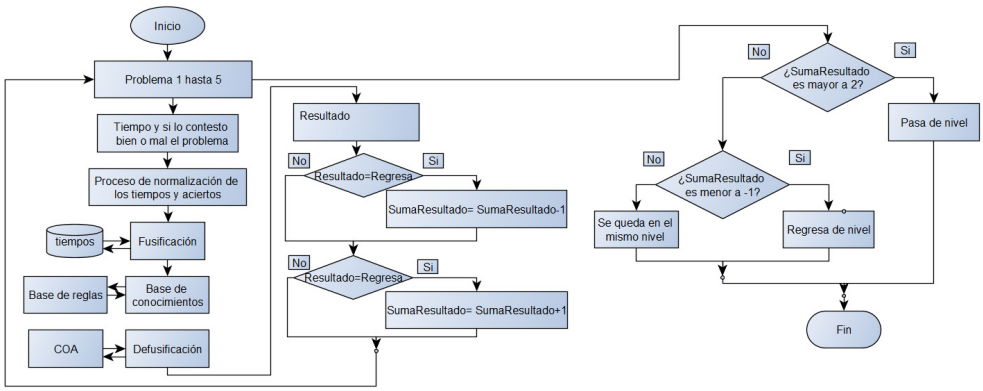
R1	R2	R3	R4	R5	Siguiente	Regresa	Igual	Resultado	R	Resultado escrito
+	+	+	+	+	5	0	0	5	+	Siguiente
+	+	+	+	-	4	1	0	3	+	Siguiente
+	+	+	-	-	3	2	0	1	+	Igual

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 221-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

R1	R2	R3	R4	R5	Siguiente	Regresa	Igual	Resultado	R	Resultado escrito
+	+	-	-	-	2	3	0	-1	+	Retrocede
+	-	-	-	-	1	4	0	-3	+	Retrocede
-	-	-	-	-	0	5	0	-5	-	Retrocede
+	+	+	+	=	4	0	0	4	+	Siguiente
+	+	+	=	=	3	0	0	3	+	Siguiente
+	+	=	=	=	2	0	0	2	+	Siguiente
+	=	=	=	=	1	0	0	1	+	Igual
=	=	=	=	=	0	0	0	0	=	Igual
=	=	=	=	-	0	1	0	-1	=	Retrocede
=	=	=	-	-	0	2	0	-2	=	Retrocede
=	=	-	-	-	0	3	0	-3	=	Retrocede
=	-	-	-	-	0	4	0	-4	=	Retrocede
+	=	-	-	-	1	3	0	-2	+	Retrocede
+	=	=	-	-	1	2	0	-1	+	Retrocede
+	=	=	=	-	1	1	0	0	+	Igual
+	+	=	=	-	2	1	0	1	+	Igual
+	+	+	=	-	3	1	0	2	+	Siguiente
+	+	-	-	=	2	2	0	0	+	Igual

Como se puede observar en la tabla 5, si el total de la suma de los cinco problemas es -1 el estudiante retrocede de nivel, si es 0 o 1 se queda en el mismo y si es mayor a 2 entonces avanza al siguiente nivel de dificultad, como se muestra en la figura 4, la estructura del FIS.

Figura 4. Diagrama de navegación restructurado para el FIS



EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE

Para el proceso de evaluación del aprendizaje por parte de los estudiantes, se tomó como base la siguiente estructura:

1. Se aplica la primera evaluación a los estudiantes.
2. Se instala el juego serio y se revisa su correcta instalación y funcionamiento.
3. Cuando un usuario entra al juego serio, se almacena en una BD el tiempo invertido, los problemas contestados, sus respuestas, el subtema y el nivel en que se encuentran.
4. Se aplica la segunda evaluación con una diferencia de dos semanas después de la instalación del juego serio y la primera evaluación.
5. Se analizan los resultados de las evaluaciones con base en la información de la etapa 3, usando pruebas estadísticas de Welch.

Para el paso 1, se desarrollaron dos exámenes con el mismo tema, subtema, nivel y tiempo máximo en contestar con base en la información almacenada en la BD de los problemas que conforman el juego serio, es decir se consideraron problemas similares con base en su complejidad y tiempo máximo de respuesta para cada uno de ellos, posteriormente se reestructuraron con el apoyo de los tres expertos en el área de matemáticas, logrando así que cada uno de los problemas no sea el mismo que se encuentra en la BD del juego serio.

En total, las evaluaciones constan de 30 reactivos de opción múltiple (un problema para cada subtema y nivel) con 30 respuestas correctas y 90 incorrectas, estableciendo un tiempo máximo estimado en contestar de 29:28 minutos para el primer examen y 29:42 para el segundo, el tiempo en el que el estudiante tardó en contestar cada evaluación fue registrado.

Para el paso 3 se desarrolló otra BD con la información de cada uno de los problemas con sus cuatro soluciones y el tiempo máximo de respuesta para la variable del FIS, con el propósito de que al momento que el usuario conteste una misión del juego se guarde en la BD su respuesta y el tiempo invertido de cada problema, el resultado final de cada misión y sus niveles logrados usando la clave de su smartphone (UUID, *Universally Unique Identifier*) (Triebel et al., 2018).

Para las pruebas estadísticas se utilizaron las pruebas del paso 4, con el propósito de identificar si existe una diferencia significativa entre los resultados de la primera y segunda evaluación, tomando como base las siguientes hipótesis:

- H0: Los estudiantes mejoraron en la segunda evaluación.
- H1: Los estudiantes no mejoraron en la segunda evaluación.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 221-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Participantes

Participaron en total 33 alumnos para el proceso de evaluación, pertenecientes a la Escuela Industrial y Preparatoria Técnica Álvaro Obregón Unidad Tres Caminos de la Universidad Autónoma de Nuevo León en México:

- Todos los estudiantes son de nivel medio superior.
- Llevaron las materias de matemáticas que contienen los conocimientos básicos de aritmética, algebra y estadística.
- Se encuentran a un semestre de entrar a la universidad, es decir están en su último semestre de preparatoria (sexto semestre).

Pruebas de la evaluación de aprendizaje

En total se obtuvieron 8,870 problemas contestados y almacenados en la BD y 66 pruebas (33 aplicados por primera vez y 33 por segunda vez) por parte de los alumnos, para posteriormente ser analizadas como se muestra en las tablas 6 y 7, el número de estudiantes con su respectivo promedio de los resultados y el tiempo para contestar las evaluaciones con base en el tiempo invertido en el juego serio.

Tabla 6. Promedio de las evaluaciones divido por el tiempo dedicado al juego

Tiempo (minutos)	# Personas	Primera evaluación	Segunda evaluación
0	3	66	60
0-30	8	51	55
30-60	6	56	56
60-90	8	52	56
90-120	5	57	67
120-150	2	48	53
150-180	1	47	60

En la tabla 6 se puede apreciar que los estudiantes que utilizaron el juego serio obtuvieron un promedio general de 52 en la primera evaluación aumentando a 58 en la segunda, a diferencia de los alumnos que no la utilizaron (tiempo 0), los cuales obtuvieron un promedio de 66 a 60 respectivamente.

Tabla 7. Promedio de los tiempos al contestar las evaluaciones dividido por el tiempo dedicado al juego

Tiempo (minutos)	# Personas	Primera evaluación	Segunda evaluación
0	3	37	26
0-30	8	30	21
30-60	6	30	22
60-90	8	40	25
90-120	5	35	25
120-150	2	41	27
150-180	1	29	26

Como se puede observar en la tabla 7, se encontró que los alumnos que usaron el juego obtuvieron un promedio con respecto al tiempo de 34 minutos en la primera y 24 minutos en la segunda evaluación, asimismo para los que no lo utilizaron en ningún momento obtuvieron un promedio de 37 minutos en la primera y 26 minutos en la segunda evaluación; sin embargo, aunque todos los estudiantes disminuyeran su tiempo de respuesta, los estudiantes que no usaron el juego también disminuyeron su promedio general. Para observar los datos desde otra perspectiva se desglosó el porcentaje de estudiantes que avanzaron de nivel con respecto al subtema en el que se encuentran, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Porcentaje de estudiantes que avanzaron al siguiente nivel

Subtema	Nivel 1	% Nivel 1	Nivel 2	% Nivel 2	Nivel 3	% Nivel 3
Jerarquía de operaciones básicas	28	93%	27	90%	14	47%
Relaciones de proporcionalidad	24	80%	24	80%	21	70%
Expresiones algebraicas	24	80%	16	53%	10	33%
Productos notables	20	67%	15	50%	9	30%
Ecuaciones	14	47%	10	33%	4	13%
Sistemas de ecuaciones	11	37%	10	33%	6	20%
Representaciones gráficas	12	40%	8	27%	4	13%
Frecuencias e información gráfica	21	70%	15	50%	7	23%
Medidas descriptivas	14	47%	12	40%	7	23%
Nociones de probabilidad	13	43%	10	33%	7	23%

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 221-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

La mayoría de los estudiantes ingresaron al tema de razonamiento aritmético, con un 90% en el subtema de jerarquía de operaciones y un 80% en relaciones de proporcionalidad, después al tema de razonamiento algebraico, con un 80% en expresiones algebraicas y un 67% en productos, por último, al razonamiento estadístico y probabilístico con un 70% en frecuencias e información gráfica.

Asimismo, se observó que el número de estudiantes al pasar al siguiente nivel disminuye, es decir, la mayoría de los estudiantes saben hacer procedimientos lineales directamente (pasar al nivel 2), pero se les complica hacer múltiples procedimientos (pasar nivel 3) o formular modelos a través de análisis usando lenguaje simbólico (completar el nivel 3).

A pesar de que los alumnos llegaron al nivel 3 no significa que lo hayan completado, por lo que se separó el número de subtemas terminados, como se muestra en la tabla 9, los promedios de la primera y la segunda evaluación con respecto al número de subtemas terminados (completando el nivel 3).

Tabla 9. Promedio de las evaluaciones de los estudiantes con base en los subtemas terminados

#	Subtemas terminados	# Personas	% Personas	Primera evaluación	Segunda evaluación
1	0	13	39%	53	56
2	1-2	13	39%	52	58
3	3-4	2	6%	48	60
4	5-6	2	6%	67	59
5	7-8	3	9%	60	61
6	9-10	0	0%	NA	NA

Como se puede apreciar en la tabla 9, el 78% de los alumnos completaron dos, uno o ningún subtema, asimismo se analizó la situación de la fila cuatro y se encontró que uno de los dos alumnos se enfocó solamente en cinco subtemas (por lo que no contestó ningún problema de otro subtema), motivo por el que se realizó la tabla 10, en donde se puede observar el número de estudiantes que avanzaron por lo menos al siguiente nivel.

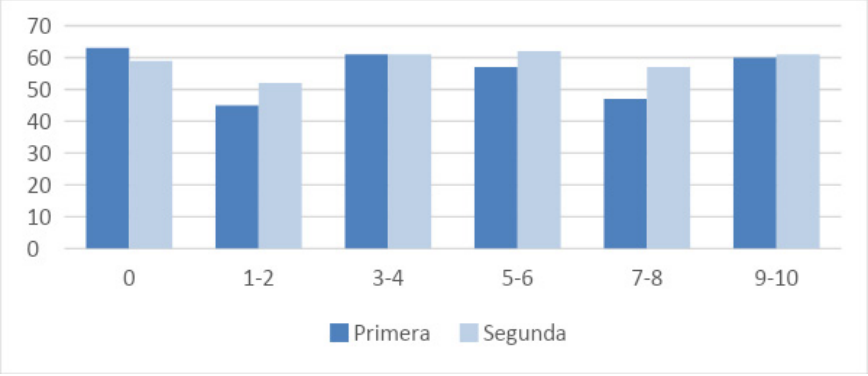
Tabla 10. Promedio de las evaluaciones de los estudiantes con base en el número de subtemas que avanzó por lo menos al siguiente nivel

Avanzó Nivel	# Personas	% Personas	Primera evaluación	Segunda evaluación
0	4	12%	63	59
1-2	8	24%	45	52

Avanzó Nivel	# Personas	% Personas	Primera evaluación	Segunda evaluación
3-4	5	15%	61	61
5-6	4	12%	57	62
7-8	7	21%	47	57
9-10	5	15%	60	61

Para obtener una mejor visualización de los datos, se realizó una gráfica para comparar los promedios de las dos evaluaciones con base en el número de subtemas que los estudiantes lograron avanzar como mínimo al siguiente nivel, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Grafica de los promedios de las evaluaciones de los estudiantes con base en el número de subtemas que avanzó por lo menos al siguiente nivel



Como se puede observar en la tabla 8 y en la figura 5, los estudiantes que no avanzaron en ninguno de los subtemas disminuyeron su promedio obteniendo una calificación de 63 en la primera evaluación y 59 en la segunda, a diferencia de los que avanzaron por lo menos al siguiente nivel. Con el propósito de conocer si existe evidencia estadística de que los estudiantes mejoraron, se realizaron pruebas de hipótesis usando pruebas Welch para la tabla 10, como se puede apreciar en la tabla 11 (no se realizaron pruebas de hipótesis en las tablas anteriores ya que no se puede determinar una conclusión debido a que en algunos casos el número de muestras es de dos o tres valores).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 221-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27450 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Tabla 11. Pruebas de hipótesis de los estudiantes con base en sí avanzó al siguiente nivel

Avanzo de nivel	# Personas	Grados de libertad	t
0	4	5	0.741941
1-2	8	12	-1.30926
3-4	5	7	-0.0282843
5-6	4	6	-0.874855
7-8	7	12	-1.41796
9-10	5	8	-0.151411

En la tabla 11 se puede apreciar que existe evidencia estadística con un 95% de probabilidad de que los estudiantes que usaron el juego serio mejoraron ($t_0 < -t_\alpha$) a diferencia de los estudiantes que no la usaron ($t_0 > t_\alpha$).

Con los resultados observados anteriormente se determinó que, de los 33 estudiantes, 15 de ellos los cuales usaron el juego serio mejoraron, 7 se encuentran en el mismo promedio y el resto disminuyó ya sea porque solo se enfocaron en ciertos subtemas o no utilizaron el juego serio, por lo que se realizaron pruebas de hipótesis como se muestra en la tabla 12 para demostrar que existe evidencia estadística de lo mencionado anteriormente.

Tabla 12. Pruebas de hipótesis del resultado final por parte de los estudiantes

	# Personas	Grados de libertad	t
Mejoraron	15	27	-4.16856
Igual	7	NA	NA
Empeoraron	11	17	2.74829

En la tabla 12 se puede apreciar que existe evidencia estadística de que, de los 33 alumnos, 15 mejoraron y 11 empeoraron ya sea porque no le dedicaron suficiente tiempo o simplemente no lo utilizaron con lo que se demuestra que el juego serio ayuda a fortalecer el razonamiento con base en la comparación de las dos evaluaciones.

CONCLUSIÓN

El juego serio tiene como propósito el contribuir a fortalecer el razonamiento lógico matemático de los estudiantes a través de la solución de problemas de matemáticas mientras se divierten, por lo que no aspira a "aprender conceptos" del área, sino más bien a que el estudiante razone el cómo resolver un problema solamente con la información proporcionada. En este juego no existe una manera lineal para jugarlo, por lo que el estudiante puede entrar con toda libertad a cualquiera de los temas y

seleccionar un subtema (siempre y cuando se encuentre desbloqueado), obteniendo un resultado final con base en el tiempo y el resultado de la respuesta (si es correcta o incorrecta).

Tomando como base los resultados de la sección anterior, se determinó que entre más tiempo le dediquen y logren avanzar los niveles del juego serio su razonamiento lógico matemático se fortalece, a diferencia de los que no la utilizan. Además, se encontró que no todos los estudiantes que contestaban algún subtema avanzaban de nivel, incluso en algunas ocasiones los alumnos regresaban de nivel en alguno de los subtemas, por lo que se determinó de que el FIS se implementó de manera correcta, como se muestra en las tablas 8 y 9 los estudiantes que avanzaron al menos al siguiente nivel (nivel 2) sí mejoraron en la segunda evaluación a diferencia de los que no la utilizaron o no avanzaron de nivel con base en observación y análisis, así como también a través de evidencia estadística usando una probabilidad del 95%.

Como trabajo futuro se contempla desarrollar los otros dos temas de la guía EXANI-II los cuales consisten en puntos, segmentos, y línea recta (razonamiento geométrico), así como también funciones trigonométricas (razonamiento trigonométrico), con el propósito de obtener un juego que conforme la guía completa del examen de ingreso al nivel superior, asimismo aumentar el tamaño de muestra de los estudiantes que utilicen el juego por más tiempo (mínimo 4 meses), logrando así analizar y conocer si es posible mejorar el razonamiento lógico-matemático a través de un uso prolongado.

REFERENCIAS

Aishah, N., y Syed, S. S. (2014). Sensitivity analysis of Welch's t-test. *21st National Symposium on Mathematical Sciences (SKSM)*, (1), 888-893. https://doi.org/10.1063/1.4887707

Alvarez, J., y Djaouti, D. (2011). An introduction to Serious Game-Definitions and concepts. *Serious Games & Simulation for Risks Management, 11*(1), 11-15.

Armstrong, T. (2006). *Inteligencias múltiples en el aula: Guía práctica para educadores*. Ediciones Paidós Ibérica, S.A.

Bragdon, A., y Fellows, L. (2003). *Juegos de mente*. Random House Espanha.

Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula, M., Rodríguez, G., Pongsakdi, N., y Laakkonen, E. (2019). Effects of a mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge. *Computers & Education*, *128*(1), 63-74. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.011

CENEVAL (2018). Guía EXANI II. *CENEVAL*. http://www.ceneval.edu.mx/documents/20182/98406/Guia+EXANI-II+23a+ed.pdf/e1ff950b-2b89-4544-af4b-d5f456fa3ee8

Delacre, M., Lakens, D., y Leys, C. (2017). Why Psychologists Should by Default Use Welch's t-test. *International Review of Social Psychology, 30*(1), 92-101. http://doi.org/10.5334/irsp.82

EvolMind (2020). La plataforma Elearning que simplifica la formación online. *evolCampus*. https://www.evolcampus.com/latam

Fernández, A. (2014). *La evaluación de los aprendizajes en la universidad: nuevos*

enfoques. Publicaciones Universidad Politécnica de Valencia.

García, R. I., Cuevas, O., Vales, J. J., y Cruz, I. R. (2012). Impacto del Programa de Tutoría en el desempeño académico de los alumnos del Instituto Tecnológico de Sonora. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 14*(1), 106-121.

Gardner, H., y Hatch, T. (1989). Multiple Intelligences Go to School: Educational Implications of the Theory of Multiple Intelligences. *Educational Researcher, 18*(8), 4-10. http://doi.org/10.2307/1176460

Holvikivi, J. (2007). Logical Reasoning Ability in Engineering Students: A Case Study. *IEEE Transactions on Education, 50*(4), 367-372. https://doi.org/10.1109/TE.2007.906600

Hurtado, P., García, M., Rivera, D., y Forgiony, J. (2018). Las estrategias de aprendizaje y la creatividad: una relación que favorece el procesamiento de la información. *Espacios, 39*(17), 1-18.

Huxham, M., Campbell, F., y Westwood, J. (2010). Oral versus written assessments: a test of student performance and attitudes. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, (1), 1-12. https://doi.org/10.1080/02602938.2010.515012

Ibarra, M. J., Soto, W., Ataucusi, P., y Ataucusi, E. (2016). MathFraction: Educational Serious Game for Students Motivation for math learning. *XI Latin American Conference on Learning Objects and Technology (LACLO)*, (1), (pp. 1-9). https://doi.org/10.1109/LACLO.2016.7751777

INEE. (2019a). Planea. *INEE*. https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/07/Resultados2017.pdf

INEE. (2019b). SIRE- Sistema Integral de Resultados de las Evaluaciones. *INEE*. https://www.inee.edu.mx/bases-de-datos-inee-2019/

Jarero, M., Aparicio, E., y Sosa, L. (2013). Pruebas escritas como estrategia de evaluación de aprendizajes matemáticos. Un estudio de caso a nivel superior. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, (1), 213-243. https://dx.doi.org/10.12802/relime.13.1623

Johnson, P., Khemlani, S. S., y Goodwin, G. P. (2015). Logic, probability, and human reasoning. *Trends in Cognitive Sciences, 19*(4), 201-214. https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.02.006

Kramarski, B., y Mevarech, Z. R. (2003). Enhancing Mathematical Reasoning in the Classroom: The Effects of Cooperative Learning and Metacognitive Training. *American Educational Research Journal, 40*(1), 281-310. https://doi.org/10.3102/00028312040001281

Larrazolo, N., Backhoff, E., y Tirado, F. (2013). Habilidades de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México. *Revista mexicana de investigación educativa, 18*(59), 1137-1163.

Lasso, N., y Córdoba, J. C. (2015). Evaluación del desempeño de los estudiantes en evaluaciones orales y escritas. *Docencia Universitaria*, (1), 33-41.

Lithner, J. (2000). Mathematical Reasoning in School Tasks. *Educational Studies in Mathematics, 41*(2), 165-190. https://doi.org/10.1023/A:1003956417456

López, A. Y. (2020). *Desarrollo de un juego serio para fortalecer el razonamiento lógico-matemático con implementación de un sistema basado en lógica difusa* (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Nuevo León.

López, R. (2017). *Origen y evolución del Ceneval*. Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior.

Mangowal, R. G., Yuhana, U., Yuniarno, E., y Purnomo, M. (2017). MathBharata: A serious game for motivating disabled students to study mathematics. I*EEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for*

Health (SeGAH), (1), 1-6. https://doi.org/10.1109/SeGAH.2017.7939277

Michael, D., y Chen, S. (2006). *Serious Games: games that educate, train and inform*. Thomson.

Moodle (2020). Empezar es fácil. *moodle*. https://moodle.org/

OECD. (2018). Programa para la evaluación internacional de alumnos (PISA). *OCDE*. http://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf

Quintero, L., Suárez, Y., García, G., y Vanegas, J. (2012). Niveles de pensamiento y resolución de problemas matemáticos en los estudiantes del programa psicología de una universidad pública de Santa Marta (Magdalena). *Duazary. Revista Internacional de Ciencias de la Salud, 9*(2), 123-131.

Reyes, S., Castillo, A., Zúñiga, A., y Llarena, R. (2012). *Niveles de dominio en Habilidad matemática: La estrategia de evaluación de ENLACE Media Superior Marcos de referencia 5*. CENEVAL.

Rodríguez, O., Mendivil, G., Arámburo, D., y Valenzuela, D. (2017). Importancia de la aplicación de retos matemáticos para el desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de secundaria. *Investigación e Innovación en Matemática Educativa*, *2*(2), 216-224.

Santibáñez, T. (2016). *Manual para la evaluación del aprendizaje estudiantil*. Trillas.

Soares, M. A., Gonçalves, T. D., Monteiro, L. F., Machado, A., y Jusan, D. (2016). A Fuzzy Logic Application in Virtual Education. *Procedia Computer Science*, *91*(1), 19-26. https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.037

Soto, R. I. (2018). Principios que consideran los catedráticos al elaborar problemas matemáticos. *UCV - SCIENTIA*, *10*(2), 132-137. https://doi.org/10.18050/RevUcv-Scientia.v10n2a2

Structuralia (2020). Impulsa tu carrera profesional. *Soluciones integrales de formación y gestión structuralia, S. A.* http://www.structuralia.com/es/

Triebel, D., Reichert, W., Bosert, S., Feulner, M., Okach, D., Slimani, A., y Rambold, G. (2018). A generic workflow for effective sampling of environmental vouchers with UUID assignment and image processing. *Database*, (1), 1-10. https://doi.org/10.1093/database/bax096

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LAS AUTORAS

Alicia López Sánchez. Profesora a nivel licenciatura de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Doctora en Ingeniería con orientación en Tecnologías de la Información. Sus temas de interés son el desarrollo de software, la simulación y el uso de la lógica matemática para la solución de problemas. https://orcid.org/0000-0002-4823-379X
E-mail: alicia.lopezsn@uanl.edu.mx

Aída González Lara. Profesora investigadora desde hace 30 años en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, tiene el grado de Doctora en Ingeniería con orientación en Tecnologías de la Información. Es miembro del SNI en el nivel candidato. En 2019 recibió el "Reconocimiento al Mérito Académico ANFEI" su línea de investigación es Interacción Humano-Computadora. Actualmente es Coordinadora Académica de la

Maestría en Ingeniería con orientación en Tecnologías de la Información. https://orcid.org/0000-0002-4029-9487
E-mail: aida.gonzalezlr@uanl.edu.mx

Dirección:
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Universidad Autónoma de Nuevo León
Av. Universidad S/N, Ciudad Universitaria,
San Nicolás de los Garza, C.P. 66455
Nuevo León (México)

Fecha de recepción del artículo: 06/05/2020
Fecha de aceptación del artículo: 31/07/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 12/09/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

E-Guess: Usability Evaluation for Educational Games

(E-Guess: Evaluación de usabilidad para juegos educativos)

Aleph Campos da Silveira
Federal Center for Technological Education of Minas Gerais, CEFET (Brazil)
Ronei Ximenes Martins
Estela Aparecida Oliveira Vieira
Federal University of Lavras, UFLA (Brazil)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27690

How to reference this article:
Campos da Silveira, A., Ximenes Martins, R., & Oliveira Vieira, E. A. (2021). E-Guess: Usability Evaluation for Educational Games. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 245-263. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27690

Abstract

Usability is a relevant aspect in the analysis of the human-machine interface, as it concerns the dialogue established between subjects, artefacts and quality of use, and interaction allowed by the system. This work presents a specific heuristic for evaluating educational games, created from Game User Experience Satisfaction (GUESS) and, concomitantly, Nielsen's assessment tools. To this purpose, applied research using a quantitative-qualitative approach - with the participation of 3 specialized users and 4 potential users in an educational game used as a case study. The choice of GUESS as a starting point was due to a systematic review of the usability literature. Based on the model, users were invited to operate the educational game and present their impressions. From the selected results, a new use assessment tool, called E-GUESS, was formulated. With Educational-GUESS, we introduced changes aimed at pedagogical issues and educational content that also seeks to elucidate important points in the development of an educational game by allowing insights that are easily ignored during the design phase to overcome the alleged bipolarity between "fun" and "educational" in educational software games. Another contribution of the research was the usability analysis performed for the educational game used in data collection. This game, which deals with the theme Periodic Table of Chemistry and is in the validation phase, received valuable contributions for adjustments in its gameplay.

Keywords: educational games; heuristic method; evaluation; educational technology; computer games.

Resumen

Usabilidad es un aspecto relevante en el análisis de la interfaz hombre-máquina, ya que se trata del diálogo que se establece entre sujetos, artefacto y calidad de uso e interacción que permite el sistema. Este trabajo presenta una heurística específica para la evaluación de juegos educativos, creada a partir de Game User Experience Satisfaction (GUESS) y, concomitantemente, las herramientas de evaluación de Nielsen. Para ello, se realizó una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo-cualitativo - con la participación de 3 usuarios especializados y 4 usuarios potenciales en un juego educativo utilizado como estudio de caso. La elección de GUESS como punto de partida se debió a una revisión sistemática de la literatura sobre usabilidad. Según el modelo, se invitó a los usuarios a operar el juego educativo y presentar sus impresiones. A partir de los resultados seleccionados, se formuló una nueva herramienta de evaluación de uso, denominada E-GUESS. Con Educational-GUESS, introdujimos cambios dirigidos a temas pedagógicos y contenidos educativos que también busca dilucidar puntos importantes en el desarrollo de un juego educativo al permitir percepciones que son fácilmente ignorados durante la fase de diseño con la intención de superar la supuesta bipolaridad entre "divertido" y "educativo" en los juegos de software educativo. Otro aporte de la investigación fue el análisis de usabilidad realizado para el juego educativo utilizado en la recolección de datos. Este juego, que trata sobre el tema Tabla Periódica de Química y se encuentra en fase de validación, recibió valiosos aportes para ajustes en su jugabilidad.

Palabras clave: juegos educativos; método heurístico; evaluación; tecnología educacional; juego de ordenador.

In our age of information and innovation, societies demand continuous educational institutions and systems to improve and adapt the way of preparing new student skills so that they can benefit, in the best way possible, from socio-cultural and economic conditions. School, being seen as a formation and social insertion institution, must commit itself to accompany a society in which prepare its students. Changes in society to an information age generate new requirements and require 'additional training' for professionals in the field who increasingly demand research on integration between technological resources and educational content. Teacher training programs are involved in teaching and modelling practices for integrating digital information and communication technologies (DICTs) into student training processes. More than 75% of university professors believe that the use of DICTs is crucial for a discipline that they teach and that it is likely to improve the quality of teaching and learning (Heineck & Adamy, 2010).

However, in this process, there is a generational rupture, with young people from the digital age increasingly distant from the behavioral and cultural standpoint of previous generations. If, on the one hand, teachers believe that digital technologies can be mediating instruments implemented in teaching, on the other, studies indicate that young people do not use information technologies for educational

purposes accordingly, making it a necessity to solve this problem in overcoming the so-called cultural and educational division between teachers and students (Azevedo et al., 2018). This is a fundamentally new approach that prepares teachers as active motivators and organizers of educational processes where the use of DICTs has a wide application.

It is clear, then, that schools are in the midst of a need for transformation, seeking to include DICTs in classrooms. That is, we are in the middle of a process of adapting general-purpose technologies to the school environment (for example, computers, software and smart phones). Even video games, for example, are no longer restricted to entertainment, being gradually included, with relative success, for educational purposes (Hawlitschek & Joeckel, 2017; Freitas, 2017).

The difficulties in applying these technologies are found in several areas, such as in the development phase, with the absence of software engineering procedures and methods for Educational Games that are at a higher level of complexity when compared to the development of conventional commercial software. Such complexity can compromise the ability to develop truly playful games. Another relevant issue is the absence of a method for evaluating and validating educational games that can also serve as guidance on how to develop and apply games in the classroom.

Both the complexity of building educational games, and the difficulty of adapting to the school context have a common point: no evaluation of its usability, as we can assert, identification of its playful potential, teach potential and satisfaction level. In a literature review on the usability evaluation of educational games, Vieira, Silveira & Martins (2019) did not identify a consensus on the evaluated methods, in addition to the fact that most of the proposed models are shown only in Nielsen's heuristics. In the absence of specific criteria for educational games, the authors detected tools that respond to the scale of satisfaction and use of games. However, it is observed that the tools elected have low practical use because they were built for limited purposes and applications. (Vieira et al., 2019).

Such difficulties in introducing games in classrooms reflect, in academic terms, in the lower than expected application given its potential. Yeni & Cagiltay (2017) identified that the integration with educational content in classrooms does not guarantee that the game is effective in terms of entertainment, motivation and in fulfilling its educational or commercial objectives, even when recognizing that they have potential to do so.

Multidisciplinary and methodology issues are fundamental to establish lines of research in this field, with the absorption of analyses and meta-analyses of a large amount of data combined with the qualitative methods established in education, such as content analysis, case studies and ethnology with other approaches, such as neurological studies and social network analysis, to provide a level of granularity that supports the best learning design and the best student experience, through the modelling of social behaviors.

As a contribution to this research field, we seek to develop a heuristic for usability evaluation of educational games from an existing one applied exclusively to electronic games in general. To propose the new heuristic for educational games, we used as an experimentation base an educational game under development by a research group from a public university in Minas Gerais, Brazil with support from the Minas Gerais State Research Support Foundation (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, FAPEMIG). As previously shown by our studies (Vieira, Silveira & Martins, 2019), there is a disconnection between how games are made and the results in practical applications. This reflective narrative is motivated by our experiences both in the application of educational games and in their development. As Whitson (2020, p. 269) states "[we] enter the field by writing about games and gamers but [...] we are increasingly asked to become "theorist-practitioners" and teach others to make games.". What we are trying to accomplish in this research is to formulate a tool and method to develop and evaluate games that are fundamentally educational, overcoming the "playful / educational" dichotomy present in the development of educational games (Viera et al., 2019; Czauderna & Guardiola, 2019; Garcia-Ruiz et al., 2020).

This study is justified by the relevance of developing and evaluate digital educational games that do not cause an overload of cognitive work to the user and that meet the basic usability criteria of an educational software. For this matter, we focus on video game testing, as is an important topic in game design and development because it includes quality assurance tests who look for game software errors and reproduction tests who evaluate gameplay and analyze how fun the game is or should be. In short, testing is a valuable activity carried out in game development projects, because it can evaluate user interface, interaction design, gameplay and software problems (Garcia-Ruiz et al., 2020).

According to ABNT (2002) and other international standards such as ISO 9126 (Barbacci et al., 1995) and IEEE 730-2014 (2014), the product must meet specific objectives with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specific context of use. In other words, it needs to meet the educational criteria proposed in relation to the potential for fun to involve the player, the mechanics of the game, its internal and formal structure, such as codes, algorithms, database, usability of the interface, the object layer, tools and interactions need to obey certain ergonomic criteria of quality and user comfort, in addition to responding to its first objective, that is, the educational potential.

Literature Review

In Video Games and Learning, Squire (2011) presents, from personal experience, several video games and the relationships they have created with students. The author's knowledge and achievements permeate his examples from various games and their impact on social interactions, learning communities and culture. Squire

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 245-263.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27690 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

starts with the question: why study video games? The author assumes that the study of games can contribute enormously in the educational search to reach the student of the digital age, agreeing that games have a unique potential to teach and learn, unlike any other way. The author also argues that playing enables the participant's intellectual and social growth in the long term and permeates his learning repertoire and states that the educational content, overlapping goals, continuous problem solving, social interactions and game cultures are critical aspects of learning through games. However, he states that: "whenever we let a child learn, instead of arousing his intellectual curiosity, we fail" (p. 15).

Currently, video games are considered tools to support student learning in classrooms (Junior, 2006; Ray, Powell & Jacobsen, 2014). Included in this category and in the field of technology-mediated education are the Educational Games, which include the Serious Educational Games (SEG), Educational Simulations educational simulations (ES) and the Serious Games or Serious Games (Lamb et al, 2018). Serious games are seen as effective in school education, although some studies come to negative conclusions (Zhonggen, 2019). Among the negative points are the difficulty in developing and producing specific games for educational purposes, as well as their complex practical application, which cannot be overlooked.

Ray, Powell & Jacobsen (2014), when analyzing teachers' receptivity to use video games in classrooms, identified a high acceptance in relation to the ability of games to promote visual teaching (97% approval), and effectiveness when used as role plays and simulations (80% approval), but low acceptance in its ease of application (34% consider games easy to be applied).

In a literature review carried out by Freitas (2017), a series of difficulties were found related to measuring the effectiveness of educational games, although the final result was positive. Among the difficulties encountered is the dispersion of literature on different topics, with themes and scientific jargons not always accessible to all researchers, as they are scattered across multiple different academic fields. This is due to an implicit characteristic of educational games development, as it covers areas from computing and systems, cinema, design, pedagogy and content related to the educational area that the game addresses. In addition to its interdisciplinarity, game-based approaches require mixed study groups, including people who master the educational content, information technology themes and teaching models that can be problematic for conventional education systems.

Still according to Freitas (2017), the advancement of educational games is a challenge for educational institutions, public policies and for professionals, both in the area of technology and pedagogy. However, with the growing evidence base, advances in quality and overcoming challenges can be made. Despite the resistance of adopting such approaches, it will be a matter of time, as it was for other technologies for games to establish themselves firmly within educational organizations. With the traditional learning paradigm making room for new approaches, game-based

learning becomes more common and the incorporation of these artefacts into educational practices expands.

The expanding application of digital games is part of the changing contexts brought by digital information and communication technologies in access to knowledge. According to Levy (2003), this process allows social groups to develop collective intelligence. However, if on the one hand we have a significant contribution to the advancement of information sharing and collaborative knowledge construction practices, on the other we have to deal with an information overload (Kielgast & Hubbard, 1997) of the most varied types and forms.

For Sweller (2002), until now, the information we had is that the human cognitive architecture would not be prepared to process much information simultaneously, since when this occurs there is an overload in the working memory. Thus, the design and the way information are organized in the virtual interfaces environments interferes in the process of understanding and retaining information.

The communication established in a virtual environment is based on images, textual or audiovisual materials. The relationship between the subject and the transposed content takes place through an intentional symbolic mediation. For Vygotsky (apud Smolka, 2000) it is the signs, socially constituted and internalized by man, that allows us to communicate the meaning we want to give to the discourse. In other words, they are elements that we use as mediating instruments. These same signs are used as scaffolding (Bruner, 2009) in the process of developing skills.

Serious games have proliferated in the last decade, with useful benefits identified in several researches (Freitas, 2017; Lope et al., 2017), but in order to establish itself as a learning strategy, the elements discussed above should be taken into account. However, there is an absence of consolidated methodological studies and proposals for the development of educational games due to an inherent multidisciplinary that increases the level of complexity of the studies in this sub-field.

Despite the impact of video games on contemporary society and their value by supporting and enriching the teaching and learning process of children and adolescents, there are currently few specific methodologies for the development of educational games. Two deficiencies were identified by Lope et al. (2017) as critical for current development frameworks:

1. Methodologies for designing educational video games do not provide exhaustive tools or procedures for designing and evaluating the quality and elements that the game works with. For example, the history of a game as an axis of support and enhancement of mechanisms and rules of the game, is almost never discussed.
2. Such methodologies also ignore the multidisciplinary nature of the team that develops a video game, which goes far beyond developers and computer programmers.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 245-263.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27690 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

In the quest to contribute to this fertile study environment, this work cooperates in the areas of pedagogy, educational technologies and computer systems development, engineering and software quality. Based on an educational software in development, we seek to develop an effective methodology for the evaluation phase in the development process itself, so that some flaws are identified and overcome, as well as collaborating both for the identification of structural errors and bugs, and for the measurement of level of satisfaction and effectiveness of an educational game in the classroom.

Instead of adopting the ADDIE method - Analysis (Analysis), Design (Development), Development (Implementation), Implementation (Evaluation) - or cascading (Allen, 2006), as this can bring refactoring problems, since usability evaluation is usually performed by the end of the game's development, we opted for the modular assessment approach (Busch et al., 2015; Hermawati y Lawson, 2016) as it allows iterative and comprehensive development, both in terms of usability / user experience and portability of mechanics for other projects. A modular approach is then adopted for heuristics so that one module is dedicated to identifying usability problems that are likely to be encountered using general heuristics and another module is dedicated to identifying domain-specific usability problems.

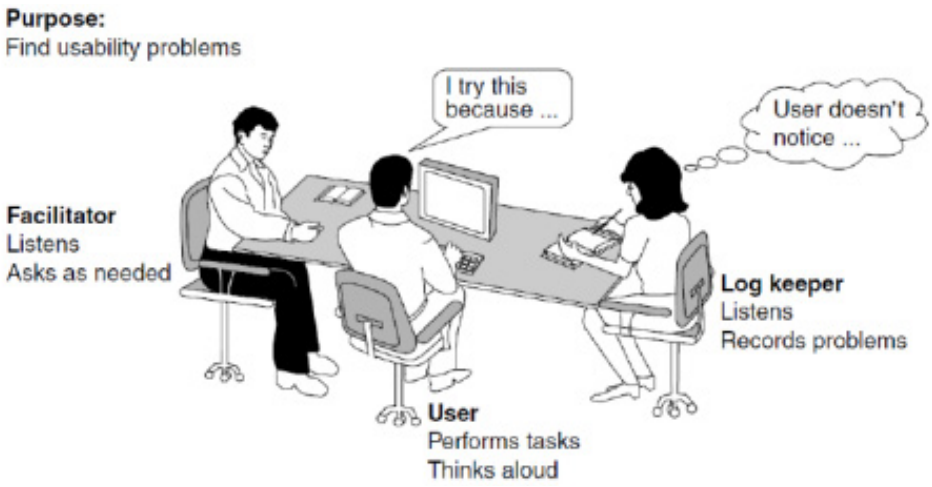
Methodology

This research, of applied characteristic and mixed approach (quanti-qualitative), was carried out based on a systematic review of the literature on usability already published (Vieira, Silveira & Martins, 2019). In the systematic review, several methods of conducting a usability test were identified; Lauesen (2005) highlights four most relevant, low cost and highly efficient from which two were selected.

The first one, the Think-aloud Test. In it, the user (test subject or test user) must perform tasks using the system or a mock up and describe (preferably aloud) what he is doing and why. The second is that of the Test Team, best conducted by two or three people, including a facilitator, who talks to the user and guides him, the rapporteur, who notes what is happening, in particular the problems encountered by users and finally, a third person who watches how the test evolves and helps the other two if a need arises.

Once the usability test methods were identified, data collection was organized in two phases: in the first, the method adopted was a merger of the Think-aloud Test with the Test Team: the user, accompanied by a facilitator and a reporter, interacted with the educational game, being encouraged to explain, aloud, every action performed while playing. The entire process was recorded using a voice recorder and cameras, as shown in Figure 1.

Figure 1. Representation of the Usability Test



Source: Authors, 2020

The evaluations were carried out by two different sets of users: the first consisting of three specialist users, university professors from different areas of knowledge: Education and Pedagogy, Chemistry and Computer Science. The choice was made by the nature of the game to be tested, in this case a virtual RPG for teaching the Periodic Table of chemical elements. This strategy is recommended by Nielsen, who indicates that carrying out tests with expert users it is a factor in improving the quality of data obtained on the human-machine interface. In addition, it is a recommended strategy to capture recommendations on the playfulness and content of the game to be evaluated. A second group of users also performed the test. This group consisted of four potential users and was composed of non-specialist participants in the areas related to the educational game, representing the end users. The choice of two groups of users followed the recommendation of the Nielsen Group[1], which argues that there is no reason to interview more than three users from different groups, with five being the ideal number: "the best results come from the test of no more than 5 users and running as many small tests as you can afford." (Nielsen et al., 2000, para. 1).

All participants had an initial moment of free exploration of the game, with encouragement for verbalization. The equipment available to the testers were desktops Intel® Core™ i5 4440, HD Intel® 4600 graphic card and 4GB RAM with keyboard and mouse in an acoustically isolated room. They then undertook a guided exploration in the game environments, supported by a check-list, also encouraged to verbalize what they were doing. The entire evaluation was recorded on video by two cameras, one placed behind and another in front of the users in order to follow the user's progress with the game and to record their body and facial expressions.

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27690 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Each video was subsequently analyzed, taking as its starting point the path taken by the user and the premise of Nielsen's usability principles. During the analysis of the behavior and verbalizations of each participant, the notes taken during the observation of the reporter were added to verify the difficulties, facilities and errors of the system during the guided exploration of the game.

After each evaluation session, a Nielsen questionnaire with 19 questions containing the 10 Usability Heuristics Applied to Video Games (Joyce, 2019) alongside questions about the game itself was applied to identify usability and educational content problems. The following scale from 0 to 4 was used: "cosmetic problem" (low gravity), minor usability problem (medium gravity), main usability problem (high gravity) and at its highest scale, usability catastrophe (very high gravity), in addition to an option 'I don't know how to answer'. All data was collected between July and December of 2019.

In the second phase of the work, a specific heuristic was developed to evaluate the usability of educational games using as parameters the analysis of the data collected in the first phase and the GUESS tool (Phan, Keebler & Chaparro, 2016). From the data triangulation: the recordings and notes made during the evaluations, added to the information collected by the Nielsen questionnaire and the evaluation parameters proposed by the GUESS tool, the Educational Game User Experience Satisfaction Scale (E-GUESS) was developed.

Results and Discussion

Fisch (2005) argues that perhaps one of the biggest impacts generated by an educational game occurs 'off-line', long after the computer is turned off. Computer games can provide an interesting context for the introduction of new concepts, topics and skills that children can continue to explore later on through readings, discussions or off-line activities. However, guaranteeing these benefits is a problem: how to validate and evaluate an educational game? Software measurements are considered important to improve the software process. A common feeling expressed by those who try to break free from the bad aspects of software design (and games) is: "Ask the user for their opinion" (Root & Draper, 1983). Based on this premise, in this section we will describe the results of the analyses we carried out based on "user opinions" and how we apply the knowledge to organize an instrument that allows us to evaluate educational games (E-GUESS), using the GUESS questionnaire (Phan, Keebler & Chaparro, 2016).

Gunther (2003), in his work on how to design a questionnaire, argues that there are three ways to understand human behavior: (1) observe the behavior that occurs naturally in the real world; (2) creating artificial situations and observing the behavior before tasks defined for those situations; (3) asking people about what they do (did) and think (thought). Each of the three techniques to conduct empirical studies and observation, experiment and survey have advantages and disadvantages.

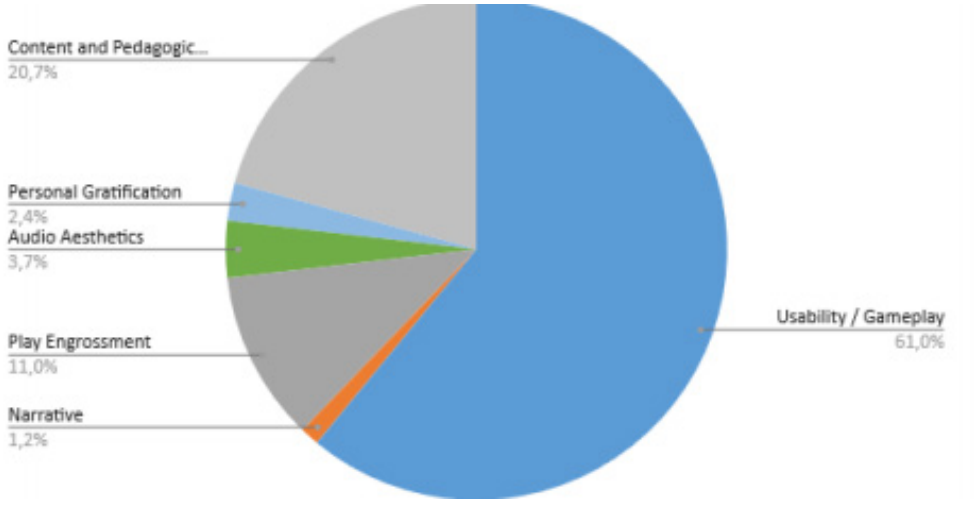
We direct our way of collecting the data to satisfy at least two of the three paths: we create an artificial situation and observe the behavior of evaluators before tasks; and ask what they did and thought.

When developing the research that led to the development of the E-GUESS, two principles that Gunther (2003) addresses were also taken into account: conceptual basis, which will determine the concepts to be investigated and the target population, or sample. The instrument developed has a dual function: game evaluation tool and support framework for game development. The target audience was, as stated in the description of the methodology, divided into two samples, potential users and expert users. As expected, each interviewee issued comments according to their experience and area of expertise, which was confirmed in the analysis of the interviews. Experts in chemistry, education and computing verbalized comments more aligned to their area of expertise. The seven evaluators found or reported 100 problems (put the exact number) in total. On average, each evaluator found 15 problems.

After the initial analysis, we found that unique problems were identified by different evaluators, most of them being equivalent to the Usability/Gameplay category of GUESS. To have an overview of the types and severity of problems, we used Nielsen's five-point severity rating scale (1994). Not all categories presented by GUESS were identified through the evaluations, just as new categories were also identified that were not originally covered by that instrument.

The application results of the severity rating scale showed that among the problems identified by Heuristic Assessment, there were 2 errors of very high severity, both linked to the category of Usability/Gameplay, 11 problems of high severity, around 29 problems of less serious and 44 minor problems.

Figure 2. Categories Chart. Source: Authors, 2020



RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 245-263.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27690 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

During the evaluation, the most easily identifiable gameplay problems were related to the game's usability and mobility. In particular, were manifested problems with information display and navigation difficulties. If, on the one hand, evaluating these aspects in games is similar to normal usability assessments of utility software, evaluating the gameplay of a game in a Serious Game is more complex. If we consider gameplay as an educational characteristic of a game, we can consider that the main objective of a serious game is to be educational, to teach someone, with all the elements incorporated designed to promote learning. That said, the overall educational gameplay of a game comes from the value of each attribute in the different gameplay characteristics presented. It must be adequate enough that a player's experiences and feelings when playing are as good as possible and best suited to the educational nature of the game. What was discovered at this stage of the research was the intrinsic problem of adapting gameplay with educational potential, confirming Czauderna & Guardiola (2019) statement "The field of game design for educational content lacks a focus on methodologies that merge gameplay and learning. [...] they neglect the unfolding of gameplay through players' actions over a short period of time as a significant unit of analysis; they lack a common consideration of game and learning mechanics; and they falsely separate the acts of playing and learning." (p. 207)

One point to be taken into account is that certain factors analyzed by usability assessments are not well explored individually and academically. In this regard, there are even fewer references when treated in educational games: what is good gameplay? What is the role of gameplay in the teaching-learning process? What is the commitment of a good narrative in the teaching of educational content? Can fictional stories be presented for teaching historical content? What is the importance of audio in maintaining the attention and interest of the student user? These questions arose when we analyzed the participations of the user-evaluators when operating the educational game used in the research and were consolidated in the final analysis of the usability evaluations, leading us to organize categories and items related to the answers obtained in the tests, which resulted in the elaboration of a new instrument from the Game User Experience Satisfaction Scale – GUESS (Phan, Keebler & Chaparro, 2016).

E-GUESS

Based on the usability tests of the empirical phase of the research, the E-GUESS (Educational GUESS) was developed, an instrument designed specifically for the evaluation of educational games. GUESS was chosen as a result of a literature review conducted by Vieira, Silveira & Matins (2019). GUESS was developed and validated based on the evaluations of more than 450 exclusive video game titles in several popular genres. Thus, it can be applied to many types of video games in the industry, as a way of assessing which aspects of a game contribute to user satisfaction and as a

tool to help users analyze their gaming experience. However, as stated by the authors the games evaluated in their research mostly consisted of popular commercial games that were designed purely to entertain. As a result, it was not known how applicable the GUESS will be in evaluating serious games (e.g., educational) (Phan, Keebler & Chaparro, 2016, p. 1239). Based on this assumption stated by the authors, we use this tool as a starting point for formulating a new tool that meets the needs of an educational game.

With Educational-GUESS, we introduced changes aimed at pedagogical issues and educational content, in addition to simplifying and reducing factors considered redundant in the original GUESS. The instrument also seeks to elucidate important points in the development of an educational game by allowing notes that are easily ignored during the design phase. The following table shows the modified categories of GUESS and E-GUESS. The comparative table of E-GUESS and GUESS is available in Annex I[2].

Table 1. Table of Categories

Usability/Playability	
1	I think it is easy to learn to play the game and learn from the game.
2	I found the game easy to play.
3	I always knew how to achieve my goals in the game.
4	I found the game interface easy to navigate.
5	I found the game menu user friendly.
6	I always know my next goal after finishing an event in the game.
7	I feel that the information that the game provides (messages and help) are clear.
8	The gameplay is in accordance with the educational objectives proposed by the game.
Narrative	
1	I think the game characters are well developed and represent the pedagogical content.
2	The history of the game is consistent with the pedagogical content presented.
3	The fantasy or story provided by the game helps in the teaching-learning process.
4	Emotional events in the game cooperate in the teaching-learning process of the pedagogical content.
5	I am interested to see how the events in the game unfold.
6	I can clearly understand the history of the game and its relationship to the content.
Play Engrossment and Pleasure	
1	I feel disconnected from the world while playing.
2	I don't mind checking events that are taking place in the real world while playing.
3	I can't tell when I'm tired while playing.
4	Sometimes I lose track of time while playing.
5	I temporarily forget about daily worries while playing.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 245-263.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27690 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

6	I spent more time playing than I expected.
7	The game cooperates in attention regarding the pedagogical content.
8	I think the game is fun.
9	I have fun playing.
10	I will probably recommend the game to others.
Creative Freedom	
1	I feel that the game allows me to be creative.
2	I feel creative when I play.
3	I feel that the game gives me the freedom to act the way I want.
4	I feel that the game allows me to express myself.
5	I can explore things in the game.
6	I feel that my curiosity is stimulated when playing.
7	I think the game is unique and original.
Audio Aesthetics	
1	I liked the game's sound effects.
2	I liked the music in the game.
3	I feel that the game's audio effects increase immersion and experience, facilitating the teaching-learning process.
4	I feel that the audio and music effects fit with the style of the game and the proposed pedagogical content.
Personal Gratification	
1	I feel suspicious whether or not I will win or learn the content presented in the game.
2	I am satisfied with winning and understanding a game challenge.
3	I want to do my best during the game.
4	I feel focused on my own learning performance while playing.
5	I am constantly motivated to get to know the pedagogical content and move on to the next stage.
6	I feel that my skills and knowledge have improved during the course of the game.
Social Connectivity	
1	I find the game supports social interaction (e.g., chat) between players.
2	I like to play this game with other players.
3	I am able to play the game with other players if I choose.
4	I liked how social interactions are related to the pedagogical content and learning.
Visual Aesthetics	
1	I liked the visual graphics of the game.
2	I think the graphics fit the style and pedagogical content of the game.
3	I found the game visually appealing.
4	Graphics and visual effects help to assimilate the pedagogical content.
5	The graphics and visual effects are consistent with the pedagogical content.

Educational Content and Pedagogical Issues	
1	The pedagogical content is consistent with what the game proposes.
2	Gameplay is a facilitating factor in the teaching-learning process.
3	The game meets the pedagogical needs of the content or theme it proposes.
4	The game allows you to apply knowledge acquired in real situations.
5	The game allows the self-assessment of the player's knowledge.
6	The game promotes knowledge via playful resources.

As a facilitator, for the evaluation of each item in the 9 categories, a scale of emojis was created to replace the original 1 to 4 grades from GUESS. Figure 3 shows the scale of emojis.

Figure 3. Categories Chart. Source: Authors, 2020

In addition to a simplification of topics and categories, such as the combination of Engrossment and Pleasure Factors, elements related to the objective of the educational game, its ability to combine gameplay with learning, issues related to content and pedagogical needs were added.

Some categories, although they were not the result of direct data obtained from data collection, were identified from the observation of the behavior of the user-evaluators and the critical observation of other educational games available for download. They are: Creative Freedom and Social Connectivity. Although they are not present in the evaluated game, we identified that they are essential in several socio-interactionist approaches adopted in educational games. In addition to these, the Content and Pedagogical Questions categories were created, aimed at evaluating the teaching and learning aspects present in the game.

As presented by Squire (2011), a good educational game is vital for the student to remain engaged, excited, interactive, solve problems and learn school content while playing. Based on this premise and considering the observations made during the usability evaluation that we developed, we consider it relevant to highlight that, in the process of creating and developing educational games, the following guidelines:

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 245-263.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27690 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

- the development must be a collaborative work by designers, programmers and educators;
- the game should be fun; school / academic content should not be competing with the fun factor, but intrinsic;
- the stages of the game must seek aesthetic and gameplay sophistication, with different levels of challenges but that allow the learner not to give up learning because he cannot operate or advance in the game;
- the game must provide connection to social networks and group interactions;
- the player must remain interested but also challenged in his creativity.

Overcoming the supposed bipolarity between "fun" and "educational" is what the Content and Pedagogical Questions categories seek to identify and guide. The validity of E-GUESS must be confirmed in new research, with a larger and more diverse sample, so that each factor can be analyzed in detail.

CONCLUSION

Among the contributions to the technological mediated education field provided by the research that gave rise to this article, we highlight, in addition to the creation of the E-GUESS instrument, a systematic review on the evaluation of educational games, published by Vieira, Silveira & Martins (2019).

We found, while studying the literature, that factors such as Usability, Integration, Narrative and Gratification demand more studies on their impacts on digital educational games since there is little bibliography available or, in some cases, as Audio Factors in Video Games, none was found. The very approach of separating and categorizing such factors can be further discussed, as some are intrinsically connected when worked on an educational game.

This statement goes along with what Czauderna and Guardiola (2019) presents in their research: educational games is a complex venture because they are expected to fulfil two requirements that can be seem as contradictory: educational games should be as appealing as commercial games designed solely for entertainment, and they should provide their players with a learning experience related to educational domains. That conclusion matches with the previously guidelines proposed by Squire (2011) and our conclusions identified by our evaluations.

After identifying the absence of a specific instrument to assess the usability of educational games, we carried out the field investigation using GUESS and, based on the analysis and evaluations of the collected data, we elaborated the E-GUESS, which we disseminated to the community of technology researchers educational and electronic game developers as an instrument to be analyzed and improved, but also offers a set of heuristics for the production of digital educational games.

Another contribution of the research was the usability analysis performed for the educational game used in data collection. This game, which deals with the

theme Periodic Table of Chemistry and is in the validation phase, received valuable contributions for adjustments in its gameplay. The identification and elucidation of the problems identified during the research will assist groups in the development of educational games at the institution where the data collections were carried out, in order to avoid repetition of errors and develop projects more efficiently.

For future works, we suggest validity studies to improve E-GUESS using different educational games. It is also important to validate it in games that cover educational content of different school levels, since usability factors are different in small children, pre-teen, teenagers, youth and adults. Cross-cultural studies will also be needed to verify the stability of categories in different cultures.

We thank the Research Support Foundation of the State of Minas Gerais (FAPEMIG) for funding part of the research and development of the analyzed Game.

NOTAS

1. Nielsen Holdings Plc (formerly known as Nielsen N.V.) is an American information, data and measurement firm. Nielsen operates in over 100 countries and employs approximately 44,000 people worldwide.
2. The annex can be accessed via this link: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1RoY_N_gBoggRYOBIleft-eNdbNilNcn9zO7ZkGLe4vE/edit?usp=sharing

REFERENCES

Allen, W. C. (2006). Overview and evolution of the ADDIE training system. *Advances in Developing Human Resources*, *8*(4), 430-441. https://doi.org/10.1177/1523422306292942

Azevedo, D., Silveira, A. C., Lopes, C. O., Amaral, L. O., Goulard, I. C. V., & Martins, R. X (2018). Letramento digital: uma reflexão sobre o mito dos 'Nativos Digitais'. *Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação*, 16, 1-11. https://doi.org/10.22456/1679-1916.89222

Barbacci, M., & Klein, M., Longstaff, T., & Weinstock, C. (1995). *Quality Attributes* (CMU/SEI-95-TR-021). http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=12433. https://doi.org/10.21236/ADA307888

Bruner, J. (2009). Interaction de guidage, étayage et développement. Université de Genève. http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/crahay/PDA/Bruner

Busch, C., Claßnitz, S., Selmanagić, A., Steinicke, M. (2015). Developing and Testing a Mobile Learning Games Framework. *Electronic Journal of e-Learning*, 13(3), 151-166.

Czauderna, A., Guardiola, E. (2019). The Gameplay Loop Methodology as a Tool for Educational Game Design. *Electronic Journal of e-Learning*, *17*(3), 201-227. https://doi.org/10.34190/JEL.17.3.004

Freitas, S. (2017). Are Games Effective Learning Tools? A Review of Educational Games. *Educational Technology & Society*, *21*(2), 74-84.

Fisch, S., M. (2005). Making Educational Computer Games "Educational". Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children. (pp. 56-

61). ISBN:1-59593-096-5. https://doi.org/10.1145/1109540.1109548

Garcia-Ruiz, M. A., Xu, S., Santana-Mancilla, P. C., & Iniguez-Carrillo, A. L. (2020). Experiences in Teaching and Learning Video Game Testing with Post-mortem Analysis in a Game Development Course. In *Proceedings of EdMedia + Innovate Learning* (pp. 597-602). Online, The Netherlands: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). https://www.learntechlib.org/primary/p/217358/

Gunther, H. (2003). Como Elaborar um Questionário. Laboratório de Psicologia Ambiental Universidade de Brasília. Série: *Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais*, Nº 01. Instituto de Psicologia.

Hawlitschek, A., & Joeckel, S. (2017). Increasing the effectiveness of digital educational games: The effects of a learning instruction on students learning, motivation and cognitive load. *Computers in Human Behavior*. Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.040

Hermawati, S., & Lawson, G. (2016). Establishing usability heuristics for heuristics evaluation in a specific domain: Is there a consensus? *Applied ergonomics*, *56*, 34-51. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.11.016

Heinecke W., & Adamy, P. (2010). Evaluating Technology in Teacher Education: Lessons from the Preparing Tomorrow's Teachers for Technology. *Research Methods in Educational Technology*. *Information*. ISBN-10: 1607521350. ISBN-13: 978-1607521358.

IEEE Standard for Software Quality Assurance Processes," in IEEE Std 730-2014 (Revision of IEEE Std 730-2002), v.1. pp.1-138, 13 June 2014. https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2014.6835311

Joyce, A. (2019). 10 Usability Heuristics Applied to Video Games. Nielsen Norman Group. https://www.nngroup.com/articles/usability-heuristics-applied-video-games/

Junior, A. M. (2006). O videogame nas aulas de educação física. *Grupo de Pesquisas em Educação* Física Escolar da FEUSP/ *CNPq*.

Kielgast, S., & Hubbard, B. A. (1997). Valor agregado à informação: da teoria à prática. *Ciência da informação*, *26*(3). https://doi.org/10.1590/S0100-19651997000300007

Lamb, R. L., Anneta, L. A., & Firestone, J. B. (2018). A meta-analysis with examination of moderators of student cognition affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games and simulations. *Computer in Human Behavior*. Issue. 80, 158-167. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.040

Lauesen, S. (2005). User Interface Design: A Software Engineering Perspective. Pearson/Addison-Wesley. ISBN: 0321181433, 9780321181435

Lévy, P. (2003). *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço*. 4.ed. São Paulo: Loyola.

Lope, R. P., Arcos, J. R. L., Medina-Medina, N., Paderewski, P., & Guiérrez-Vela, F. L. (2017). Design Methodology for Educational Games based on Graphical Notations: Designing Urano. *Entertainment Computing,* 18, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.005

Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. In *Conference companion on Human factors in computing systems,* (pp. 413-414). https://doi.org/10.1145/259963.260531

Nielsen, J. (2000). How to Conduct a Heuristic Evaluation. https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/

Phan, M., Keebler, J., & Chaparro, B. (2016). The Development and Validation of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS). *Human Factors: The*

Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, *58*. https://doi.org/10.1177/0018720816669646

Ray, B. B., Powell, A., & Jacobsen, B. (2014). Exploring Preservice Teacher Perspectives on Video Games as Learning Tools. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, *31*(1), 28-34. https://doi.org/10.1080/21532974.2015.979641

Root, R. W., & Draper, S. (1983). Questionnaires as a software evaluation tool. *Proceedings of CHI* 83, (pp. 83-87). New York: NY: ACM. https://doi.org/10.1145/800045.801586

Sweller, J. (2002). Visualisation and instructional design. En R. Ploetzner (Ed.), *Proceedings of the International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning* (pp. 1501-1510). Tübingen, Germany.

Squire, K. (2011). *Video Games and Learning: Teaching and Participatory Culture in the Digital Age* (Technology, Education–Connections (The TEC Series)). Technology, Education–Connections (The TEC Series). Publisher: Teachers College. ISBN-10: 0807751987. ISBN-13: 978-0807751985.

Smolka, A. L. B. (2000). O (im)próprio e o (im)pertinente na apropriação das práticas sociais. *Cadernos Cedes, 50*, 26-40. https://doi.org/10.1590/S0101-32622000000100003

Vieira, E. A. O., Silveira, A. C., & Martins, R. X. (2019). Heuristic Evaluation on Usability of Educational Games: A Systematic Review. *Informatics in Education*, 18, 1-20. https://doi.org/10.15388/infedu.2019.20

Whitson, J. R. (2020). What Can We Learn from Studio Studies Ethnographies? A "Messy" Account of Game Development Materiality, Learning, and Expertise. *Games and Culture*, *15*(3), 266-288. https://doi.org/10.1177/1555412018783320

Yeni, S., & Gagiltay, K., (2017). A heuristic evaluation to support the instructional and enjoyment aspects of a math game. *Program electronic library and information systems*, *51*(4), 406-423. https://doi.org/10.1108/PROG-07-2016-0050

Zhonggen, Y. (2019). A Meta-Analysis of Use of Serious Games in Education over a Decade. *Hindawi International Journal of Computer Games Technology*. Article ID 4797032. https://doi.org/10.1155/2019/4797032

ACADEMIC AND PROFESSIONAL PROFILE OF THE AUTHORS

Aleph Campos da Silveira. ORCID: 000-0001-9465-4280
E-mail: alephcampos@gmail.com

Address:
Department of Computing and Civil Engineering.
Federal Center for Technological Education - Campus VIII.
Av. dos Imigrantes, 1000 - Jardim Panorama, Varginha - MG, 37022-560
Varginha, Minas Gerais. Brazil.

Ronei Ximenes Martins. ORCID: 0000-0002-2191-5918
E-mail: profroneimartins@gmail.com

Estela aparecida oliveira vieira. ORCID: 0000-0002-3586-9086
E-mail: estela.ap.o.vieira@gmail.com

Address:
Department of Education.
Federal University of Lavras
Câmpus Universitário - Aquenta Sol, Lavras - MG, 37200-900
Lavras, Minas Gerais. Brazil.

Date of receipt: 10/06/2020
Date of acceptance: 19/08/2020
Date of layout: 03/09/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

Tecnologías Digitales para la atención de personas con Discapacidad Intelectual

(Digital Technologies to tend people with Intellectual Disability)

Tania Molero-Aranda
José Luis Lázaro Cantabrana
Mireia Vallverdú-González
Mercè Gisbert Cervera
Universitat Rovira i Virgili, URV (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27509

Cómo referenciar este artículo:
Molero-Aranda, T., Lázaro, J. L., Vallverdú-González, M., y Gisbert, M. (2021). Tecnologías Digitales para la atención de personas con Discapacidad Intelectual. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 265-283. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27509

Resumen

Este artículo centra su interés en el uso de las Tecnologías Digitales (TD) para la atención de las personas con Discapacidad Intelectual en situaciones de emergencia. Vemos que las TD son percibidas como tecnologías de asistencia para este colectivo, favoreciendo, entre otros aspectos, su autonomía personal. En torno a estos tópicos llevamos a cabo esta investigación cuyo propósito es identificar los beneficios y oportunidades que el uso de las TD puede aportar en la intervención con personas con Discapacidad Intelectual y definir las características que estas deben poseer para atenderles de manera adecuada en situaciones de emergencia. El diseño de investigación es una revisión sistemática, sustentada en la Declaración PRISMA, usando el periodo de búsqueda de enero de 2014 a enero de 2019. Tras el proceso de filtrado de un total de 205 referencias bibliográficas, se han encontrado 14 estudios que cumplen los criterios de inclusión definidos en el proceso. Se ha realizado un análisis de contenido apoyado en códigos, usando para ello Atlas.ti v.8.4. Entre los principales resultados, destacamos que, a pesar del uso normalizado de dispositivos tecnológicos como teléfonos o relojes inteligentes, y de los avances en la accesibilidad de estos, existen numerosas personas que todavía tienen dificultades para realizar una llamada telefónica para pedir ayuda. Es por ello por lo que debemos pensar en tecnologías de asistencia que no dependan únicamente de la acción que el sujeto con discapacidad deba realizar para dar respuestas a situaciones de emergencia en las que se pueda ver implicado.

Palabras clave: tecnologías digitales; discapacidad intelectual; emergencia; comunicación móvil; tecnología de asistencia.

Abstract

This article focuses on the use of Digital Technologies for the care of people with Intellectual Disabilities in. We see that Digital Technologies are perceived as assistive technologies for this group, favoring, among other aspects, their personal autonomy. With regard to these topics, we carry out this research, the purpose of which is to identify the benefits and opportunities that the use of Digital Technologies can bring in the intervention with people with Intellectual Disabilities and define the characteristics that they must possess to adequately serve them in situations of emergency. The research design is a systematic review, based on the PRISMA Declaration, using the search period from January 2014 to January 2019. After the filtering process of a total of 205 bibliographic references, 14 studies have been found that meet the inclusion criteria defined in the process. An analysis of content supported by codes has been carried out, using Atlas.ti v.8.4. Among the main results, we highlight that, despite the standardized use of technological devices such as telephones or smartwatches, and the advances in the accessibility of these, many people still have difficulties making a phone call for help. That is why we must think of assistive technologies that do not depend solely on the action that the disabled person must take to respond to emergencies in which he may be involved.

Keywords: digital technology; intellectual disability; Emergency; mobile communication; assistive Technology.

Las necesidades de las personas que presentan algún tipo de dificultad comunicativa son altamente individualizadas y complejas (Vuković et al., 2018). Estas dificultades normalmente van asociadas a algún tipo de discapacidad o trastorno. En este caso, nos centraremos en las personas que presentan Discapacidad Intelectual (DI).

Según recoge la American Psychiatric Association (2013) en el DSM-V, la DI se define como una discapacidad caracterizada por limitaciones significativas en el funcionamiento intelectual y en la conducta adaptativa, repercutiendo en las habilidades sociales y en las actividades diarias, manifiestas en la etapa de desarrollo. La DI también puede ser comórbida a otras discapacidades como puede ser el caso del Trastorno del Espectro Autista (TEA). Ambas discapacidades comparten rasgos característicos en cuanto a las habilidades sociales relacionadas con las conductas verbales y no verbales usadas por otros en situaciones sociales, y en actividades diarias como la planificación del tiempo y el espacio (APA, 2013).

Dadas las limitaciones que estas personas presentan en situaciones cotidianas, consideradas para ellos como rutinas, debemos sopesar las dificultades que estas pueden presentar ante situaciones inesperadas y complejas de comprender y gestionar. Pensamos, por ejemplo, en una emergencia por pérdida o accidente de

tráfico en las que estas se pueden ver implicadas (Lázaro-Cantabrana, Sanromà-Giménez, Molero-Aranda, Queralt-Romero, Llop-Hernández, 2019). Ante este tipo de situaciones debemos poder garantizar los derechos de seguridad y bienestar social para todas las personas por igual, independientemente de cuales sean sus capacidades.

Las Tecnologías Digitales (TD), teléfonos inteligentes, tablets, tecnologías llevables (*wearables technologies*) y ordenadores, se han convertido en potentes dispositivos para la comunicación, pero no solo para ello. El incremento del uso de las TD por personas con discapacidad puede ayudar a fomentar su calidad de vida, así como contribuir en su autonomía y participación social (Simplican, Shivers, Chen y Leader, 2018). En este sentido, el desarrollo exponencial de recursos digitales como las aplicaciones móviles (Apps) (Fundación Telefónica, 2018) también han contribuido a la visibilidad de las problemáticas que estas personas pueden tener para realizar actividades diarias como desplazarse de manera segura por su ciudad (Flores et al., 2018), comunicarse mediante Sistema Aumentativo y Alternativo de la Comunicación (SAAC) a través de pictogramas u otros, pudiendo encontrar en el mercado una gran cantidad de estas con finalidades diversas (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Kannan et al., 2014; Owuor et al., 2018; Vuković et al., 2016; Vuković, Car, Pavlisa y Mandić, 2018).

Con el fin de explorar experiencias relacionadas con los tópicos del estudio, se ha realizado una Revisión Sistemática (RS) relacionada con el uso de TD para favorecer la atención de personas con algún tipo de discapacidad, concretamente de las personas con DI, en una situación de emergencia. Su proceso y resultados son objeto de esta publicación.

Con la realización de la RS se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación (PI):

PI1. ¿Cuáles son los beneficios y las oportunidades que el uso de las tecnologías digitales aporta a la intervención con personas con DI?

PI2. ¿Qué características tienen las aplicaciones móviles creadas para favorecer la atención de personas con discapacidad en situaciones de emergencia?

A partir de ellas, los objetivos que planteamos son (1) identificar los beneficios y oportunidades que el uso de TD pueden aportar en la intervención con personas con DI y (2) definir las características que deberían cumplir las tecnologías que resultan adecuadas para atender a las personas con DI en situaciones de emergencia.

MÉTODO

Para realizar la búsqueda de referencias científicas, y garantizar la validación de las mismas, se han tenido en cuenta diversos criterios partiendo de la Declaración PRISMA (Urrútia y Bonfill, 2010) para el diseño y desarrollo del procedimiento, pero también se han tomado como referencia diferentes estudios sistemáticos realizados recientemente en el ámbito de la investigación educativa (Sanromà-Giménez,

Molero-Aranda, Lázaro-Cantabrana y Gisbert-Cervera, 2018; Vangrieken, Dochy, Raes y Kyndt, 2015; Vangrieken, Meredith, Packer y Kyndt, 2017).

La presente RS se estructura en tres momentos o etapas bien diferenciadas (tabla 1):

- Etapa 1, búsqueda inicial en la literatura científica relacionada con el campo de estudio a través de palabras clave.
- Etapa 2, momento en el que se criban los artículos encontrados siguiendo los criterios de idoneidad establecidos.
- Etapa 3, análisis cualitativo del contenido de los trabajos resultantes de la etapa anterior con el fin de dar respuesta a las preguntas planteadas al inicio del proceso.

Esta RS se realizó de manera colaborativa, revisando todas las referencias encontradas por varios investigadores de manera individual, con la finalidad de minimizar los posibles sesgos producidos por las opiniones formadas previamente por los investigadores respecto a la temática del estudio. También se estableció el criterio de incluir todos aquellos trabajos en los que aparecieron discrepancias y así poderlos reevaluar en fases posteriores. En los casos en los que se presentaba un desacuerdo de interpretación unánime se llegó al consenso entre los investigadores para incluir o descartar las referencias (Gisbert y Bonfill, 2004).

Tabla 1. Proceso de filtrado de la RS: etapas y fases

<table>
<tr><th>Etapa 1</th><th colspan="4">Etapa 2</th><th>Etapa 3</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Búsqueda inicial de la literatura en bases científicas</td><td colspan="4">Criterios de inclusión y selección de estudios</td><td rowspan="3">Análisis de la literatura en profundidad</td></tr>
<tr><td>Fase 1</td><td>Fase 2</td><td>Fase 3</td><td>Fase 4</td></tr>
<tr><td>Exclusión de duplicados</td><td>Revisión de títulos</td><td>Revisión de resúmenes</td><td>Localización y descarga</td></tr>
</table>

A continuación, se describen con detalle cada una de las etapas y fases de la RS atendiendo a las particularidades de esta investigación:

Etapa 1. Búsqueda inicial de la literatura

La búsqueda inicial de la literatura se realizó a finales del mes de enero de 2019 tomando como marco temporal los últimos 5 años (de enero de 2014 a enero de 2019, ambos incluidos) en las siguientes bases de datos científicas: ISI Web of Science (WoS), SCOPUS, Education Resources Information Center (ERIC) y Google Schoolar. La combinación de palabras claves utilizadas para la búsqueda de trabajos en las diversas bases de datos fueron: (Disability OR Disorder) AND ("Wearable

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 265-283.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27509 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Technology" OR "Mobile Technology" OR "Assistive Technology") AND (Safety OR Emergency). El hecho de acotar la revisión temporalmente persigue extraer las publicaciones más actuales en cuanto al problema de investigación abordado, puesto que es en este periodo cuando las tecnologías móviles y el desarrollo de APPs han evolucionado más, a la vez que se puede garantizar su uso para situaciones de emergencia. Esta evolución se ha constatado a nivel de dispositivos (generalización del uso, autonomía, capacidad de los procesadores para alojar APPs con contenido multimedia, etc.), competencia del ciudadano para utilizar dispositivos móviles y conectividad (a partir del 3G y 4G).

Los resultados obtenidos fueron listados en una hoja de cálculo colaborativa atendiendo a los siguientes indicadores: título, autores, año de publicación, DOI, resumen y base de datos científica fuente.

Etapa 2. Criterios de inclusión y selección de estudios

Tal como muestra la figura 1, la Etapa 2 se compone de diversas fases de filtrado, las que permiten filtrar y valorar la idoneidad de las referencias y ayuda a seleccionar aquellos artículos científicos que puedan ser útiles para dar respuesta a las PI planteadas.

A continuación, se detalla el procedimiento o estrategia definida para hacer la selección de los trabajos en cada una de estas fases:

- Fase 1, de exclusión de duplicados. En esta fase se descartaron aquellos artículos científicos que aparecían repetidamente en el listado inicial fruto de la búsqueda de estudios en diversas bases de datos.
- Fase 2, de revisión de títulos. Para poder filtrar los artículos científicos teniendo en cuenta el título fue necesario definir primero un conjunto de criterios de selección e inclusión en relación con los objetivos planteados al inicio. La estrategia seguida en esta fase se rigió por el cumplimiento de los siguientes criterios de inclusión:
  - Estudios que desarrollen intervenciones para mejorar la comunicación de las personas con discapacidad en contextos no educativos.
  - Estudios que desarrollen intervenciones para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad.
  - Estudios que incorporen el uso de tecnologías o dispositivos móviles como ayuda o asistencia.
- Fase 3, de revisión de resúmenes. Para esta tercera fase, en la que revisamos el contenido de los resúmenes de los artículos seleccionados, definimos criterios más específicos para el filtrado. La estrategia seguida en esta fase consistió en el cumplimiento de los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios que desarrollan intervenciones para mejorar la comunicación de las personas con discapacidad en diversos contextos no educativos, con especial consideración en aquellos con SAAC.
- Estudios que desarrollan intervenciones para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad en el ámbito de la seguridad y la autonomía personal.
- Estudios que incorporan el uso de dispositivos móviles, con especial consideración en el uso de tabletas y teléfonos inteligentes.

• Fase 4, de localización y descarga: en esta última fase localizamos y descargamos los artículos científicos resultantes de la selección de la fase anterior para su posterior análisis.

Etapa 3. Análisis de la literatura

El análisis en profundidad de la literatura seleccionada se llevó a cabo a través de un método de análisis cualitativo del contenido de los artículos.

Para este proceso utilizamos el programa ATLAS.ti 8.4, dadas sus características y herramientas para clasificar información mediante códigos o etiquetas. Estos códigos o etiquetas permiten crear de manera ágil relaciones entre el contenido de los documentos analizados, así como explorar posibles patrones entre los estudios analizados.

Esta etapa pasó también por una estrategia secuenciada, en la que realizamos una primera lectura de las referencias localizadas y descargadas en la fase anterior, y empezamos a identificar aquellos fragmentos que tenían relación con la temática del estudio. En esta ocasión no se partió de la utilización de códigos preestablecidos, sino que se fueron añadiendo a partir de la lectura, sin perder de referencia los objetivos y preguntas marcadas.

RESULTADOS:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las etapas de la RS definida.

Etapa 1:

En esta primera etapa de búsqueda inicial de la literatura obtuvimos un total de 205 referencias, de las cuales 69 fueron encontrados en la base de datos WOS, 114 en SCOPUS, 10 en ERIC y 12 en Google Scholar.

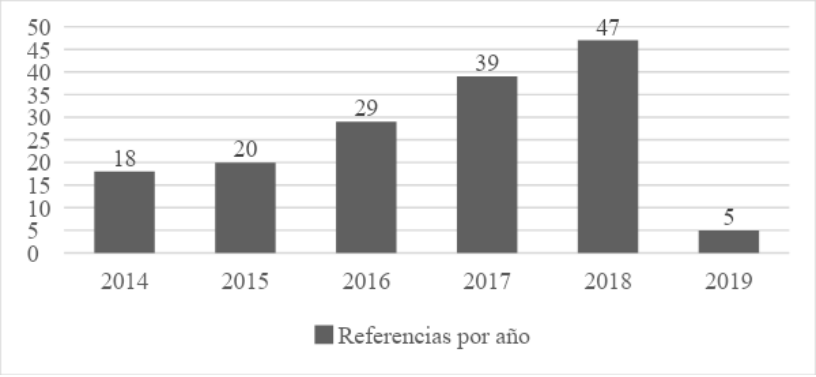
RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 265-283.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27509 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Etapa 2:

En la fase 1, ya descartamos 47 artículos que habían resultado duplicados debido a la búsqueda en diferentes bases de datos. La mayoría de las coincidencias se dieron entre las bases de datos WOS y SCOPUS, entre las que se desestimaron más de esta segunda base por la falta de algunos datos como el DOI o el resumen.

Un dato para destacar de esta primera fase es el número creciente de referencias desde 2014 hasta 2018 (figura 1). Teniendo en cuenta que la búsqueda se realizó en enero de 2019 (incluido) es normal el resultado de referencias obtenidas en ese año.

Figura 1. Número de referencias por año resultantes de la primera fase de la Etapa 2



En la fase 2, para la revisión de títulos, incorporamos los criterios de selección detallados en el apartado anterior para valorar la idoneidad de las referencias y descartamos 128, dando como resultado un total de 30 estudios para valorar en la siguiente fase (tabla 2).

Tabla 2. Detalle de referencias seleccionadas en la fase 1 y 2

Bases de datos científicos	Referencias localizadas	Duplicados descartados (Fase1)	Descartados en la revisión de títulos (Fase 2)	Seleccionadas
WOS	69	8	45	16
SCOPUS	114	35	67	12
ERIC	10	0	9	1
Google Scholar	12	4	7	1
Total	205	47	128	**30**

En la fase 3, utilizamos los criterios de selección detallados en el apartado anterior, siendo estos más restrictivos que los utilizados en la fase anterior. En esta fase, con la revisión de los resúmenes de los artículos se pueden empezar a identificar los estudios que realmente tienen relación con los objetivos y criterios establecidos para este proceso. Destacamos el descarte del 40% de las referencias fruto de la fase anterior, las que pasan a la cuarta y última fase de esta etapa (tabla 3).

Tabla 3. Detalle de referencias seleccionadas en la fase de revisión de resúmenes.

Bases de datos científicos	Referencias fase 2	Descartados	Seleccionados
WOS	16	5	11
SCOPUS	12	6	6
ERIC	1	1	0
Google Scholar	1	0	1
Total	30	12	**18**

Cabe destacar que todos los artículos seleccionados en esta fase responden al criterio de ser estudios que desarrollan intervenciones para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad en el ámbito de la seguridad y la autonomía personal, haciendo hincapié en el ámbito de la autonomía personal.

En la fase 4, de localización y descarga de los artículos seleccionados, obtuvimos un total de 15 trabajos, los que se introdujeron en el programa ATLAS.ti 8.4 para su posterior análisis de contenido en la Etapa 3.

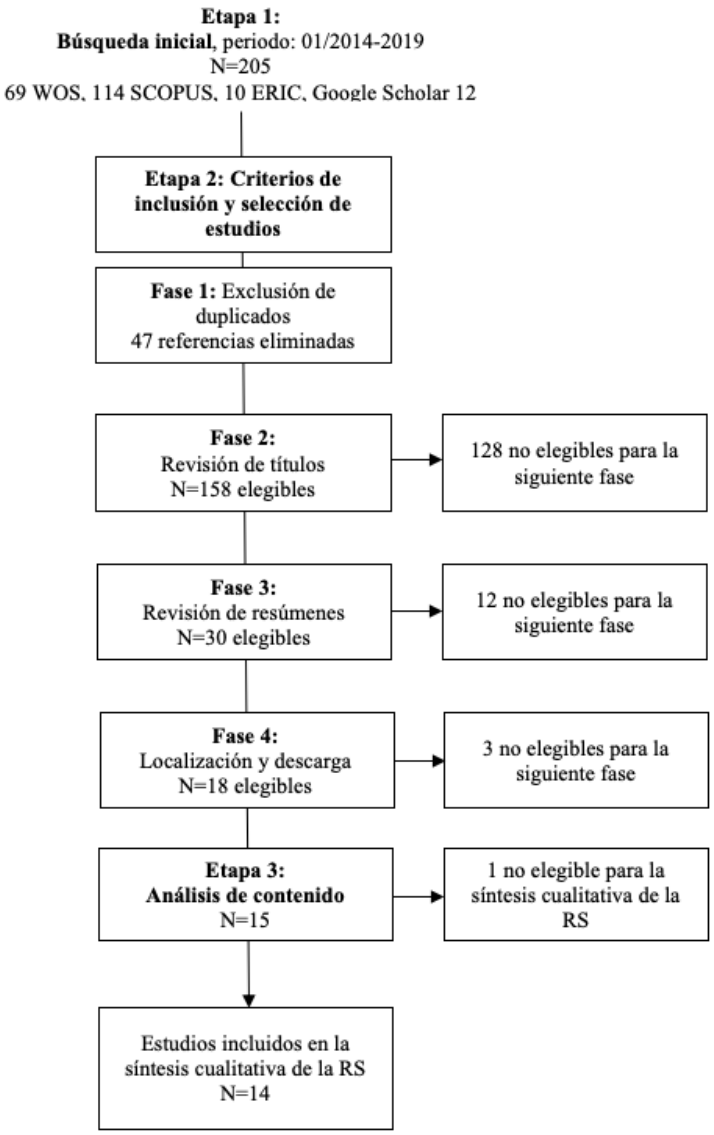
Etapa 3:

Después de realizar una primera lectura de todas las referencias encontradas, identificamos un artículo que no respondía ni a los criterios de selección de las fases 2 y 3 de la Etapa 2 ni nos aportan información relevante para alcanzar los objetivos planteados (McSweeney-Feld, 2017). También se identificaron dos pares de artículos que trataban sobre el mismo estudio, pero aportando un punto de vista distinto o aludiendo a los diferentes objetivos de dichas investigaciones (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Buchholz, Ferm y Holmgren, 2018; Vuković et al., 2016; Vuković et al., 2018).

El siguiente diagrama de flujo (figura 2) muestra un resumen del proceso de revisión de las referencias a lo largo de toda la RS:

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 265-283.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27509 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Figura 2: Esquema del proceso de filtrado de las Etapas y Fases con los resultados obtenidos.



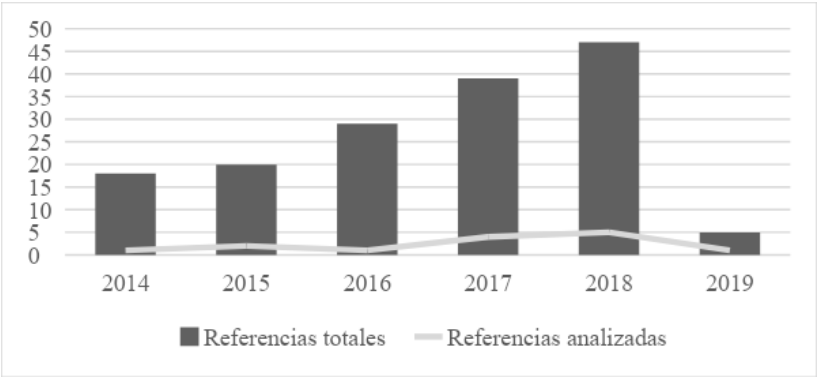
Así pues, se realizó el análisis de un total de 14 publicaciones de tres tipos, 11 de ellas son artículos de revistas, 2 son comunicaciones en congresos y una es un capítulo de libro. Las diferentes producciones científicas analizadas en esta última etapa se presentan ordenadas cronológicamente en la siguiente tabla (tabla 4):

Tabla 4. Publicaciones analizadas y sus tipos ordenadas cronológicamente

Nº	Autores y año	Tipo de publicación
1	Kannan et al. (2014)	Capítulo de libro
2	Finlayson, Jackson, Mantry, Morrison y Cooper (2015)	Artículo de revista
3	Stough (2015)	Artículo de revista
4	Vuković et al. (2016)	Comunicación en congreso
5	Boyce, Smither, Fisher y Hancock (2017)	Artículo de revista
6	Buchholz, Ferm y Holmgren (2017)	Artículo de revista
7	Darcy, Green y Maxwell (2017)	Artículo de revista
8	Williamson, Aplin, de Jonge y Goyne (2017)	Artículo de revista
9	Buchholz, Ferm y Holmgren (2018)	Artículo de revista
10	Flores et al. (2018)	Comunicación en congreso
11	Owuor et al. (2018)	Artículo de revista
12	Simplican, Shivers, Chen y Leader (2018)	Artículo de revista
13	Vuković, Car, Pavlisa y Mandić, 2018	Artículo de revista
14	Bryant, Brunner y Hemsley (2019)	Artículo de revista

Un aspecto que nos pareció también destacable de esta primera exploración de los artículos, y una vez seleccionados aquellos que forman parte de la muestra a analizar, fue el año de publicación, ya que tiene especial relación con la observación que hicimos en la primera etapa de esta RS: los artículos seleccionados tienden a aumentar año a año (ver figura 3).

Figura 3. Comparación entre las referencias localizadas al inicio y las analizadas en la Etapa 3.



RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 265-283.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27509 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Esta primera lectura también permite la creación de códigos, los que se asocian a diversas citas de los trabajos analizados que versan sobre el concepto en cuestión. En la tabla 5, se detallan los códigos utilizados, así como la frecuencia de la utilización de estos.

Tabla 5. Relación de códigos utilizados para el análisis de contenido con los objetivos propuestos

Objetivo	Código	Frecuencia
1	• Beneficios y oportunidades de las TD	38
	• Tecnología utilizada	45
	▪ App (Aplicaciones móviles)	8
	• AT (*Assistive Technology*)	11
2	• Discapacidad	23
	▪ DI	4
	▪ TEA	1
	• Comunicación	25
	▪ SAAC	12
	• Seguridad / Situación de emergencia descrita	23

Una vez analizadas en profundidad todas las referencias podemos identificar numerosos beneficios y oportunidades que el uso de las TD pueden aportar en la intervención con personas con diversas discapacidades, pero en especial con las personas con DI. Estos van estrechamente relacionados con la promoción de la autonomía personal y, aunque en segundo plano, también se relacionan con garantizar la seguridad de estos individuos en su independencia (Bryant, Brunner y Hemsley, 2019; Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Darcy, Green y Maxwell, 2017; Flores et al., 2018; Kannan et al., 2014; Vuković et al., 2016; Vuković et al., 2018; Williamson, Aplin, de Jonge y Goyne, 2017). Entre los beneficios encontramos también que las TD pueden mejorar las relaciones sociales, la comunicación, la autodeterminación, la independencia, la participación y la calidad de vida en general, aunque la falta de adaptabilidad de algunas de estas tecnologías pueden ser una barrera en algunos casos (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Darcy, Green y Maxwell, 2017).

Las TD utilizadas en las diversas intervenciones van desde tabletas y teléfonos con sus respectivas Apps (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Flores et al., 2018), las que además se pueden conectar a relojes inteligentes o smartwatches (Vuković et al., 2016; Vuković et al., 2018), hasta el uso de la Realidad Virtual (RV) (Bryant, Brunner y Hemsley, 2019). Otra de las tecnologías que se pueden integrar o no a las anteriores es el uso de GPS (Global Positioning System) para, por ejemplo, poder controlar los desplazamientos de las personas con DI, o indicarles de manera accesible el camino para llegar a sus lugares de interés utilizando el transporte público (Flores et al., 2018).

Algunos de los estudios, pese a no ser estrictamente dirigidos a personas con DI, orientan su utilización al colectivo en caso de ser necesario. Nos referimos al estudio de Kannan et al. (2014) que, centrándose en el uso de una App de navegación por interiores desconocidos para personas con deficiencias visuales, promueven su uso por personas con DI por incorporar estímulos sensoriales que pueden alertar al usuario de algunos peligros en el interior mostrando los recorridos de evacuación en su dispositivo móvil.

De esta manera se puede ver como los dispositivos móviles y las tecnologías llevables se han convertido en potentes tecnologías de asistencia (AT, de sus siglas en inglés *assistive technology*) para muchas personas con discapacidad (Vuković et al., 2016).

En cuanto a las AT pueden referirse al uso de varios recursos tecnológicos para apoyar a las personas con diferentes discapacidades para obtener beneficios sociales y de comportamiento, y para reducir el impacto negativo de sus discapacidades en su bienestar y participación comunitaria favoreciendo su inclusión (Owuor et al., 2018; Williamson et al., 2017). Las AT también pueden ser estrategias, servicios y prácticas cuyo objetivo principal es mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad.

Según Hersh and Johnson (2008), las AT son tecnologías, equipos, dispositivos, aparatos, servicios, sistemas, procesos y modificaciones ambientales utilizados por las personas con discapacidad o de edad avanzada para superar las barreras sociales, de infraestructura y de otro tipo que impiden la independencia, la plena participación en la sociedad y la realización de actividades de manera fácil y segura (Boyce, Smither, Fisher y Hancock, 2017). Podríamos decir que las AT recogen cualquier elemento o sistema que se use para "aumentar, mantener o mejorar las capacidades funcionales" de una persona con discapacidad (Simplican et al., 2018).

Sin embargo, la Organización Internacional de Normalización con la norma ISO 9999:2016, como punto de referencia para la clasificación de las AT utilizada en muchos sistemas internacionales como la Red Europea de Información sobre Tecnología Asistencial (EASTIN), define como AT tanto las tecnologías convencionales como aquellas desarrolladas específicamente para personas con discapacidad. En esta norma quedan incluidas las AT utilizadas directamente por las personas con discapacidad, así como las que requieren de la asistencia de otras personas para su utilización. Por otro lado, quedan excluidos artículos utilizados para la instalación de AT, medicamentos, productos e instrumentos de asistencia utilizados exclusivamente por profesionales de la salud o soluciones no técnicas, como asistencia personal, perros guía o lectura de labios entre otros.

Así pues, con AT no nos referimos solo a TD, también encontramos estudios (Boyce et al., 2017) en los que el uso de sillas de transporte y evacuación son entendidos como AT, puesto que tienen la finalidad de facilitar y favorecer las tareas de rescate a los cuidadores de personas con DI en situaciones de emergencia.

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27509 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

En cuanto a las características que las TD poseen o deben poseer para ser adecuadas para atender a las personas con DI en situaciones de emergencia, cabe destacar que todas las intervenciones analizadas (Bryant, Brunner y Hemsley, 2019; Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017); Darcy, Green y Maxwell, 2017; Flores et al., 2018; Vuković et al., 2016; Vuković et al., 2018; Williamson et al., 2017) parten de una previa acción de las personas con DI para ser atendidas. Siguiendo esta premisa, es fácil pensar que las TD son accesibles para su uso por este colectivo, pero existe una falta de conocimiento sobre las necesidades de estos usuarios. Es por ello por lo que a las conclusiones que llegan algunos de los estudios (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Darcy, Green y Maxwell, 2017; Simplican et al., 2018) es precisamente a la necesidad de involucrar a las personas usuarias en los procesos de investigación para el desarrollo de tecnologías móviles. Argumentan que las personas con discapacidades comunicativas y cognitivas no participan en investigaciones en la misma medida que otras personas, por lo que no se puede esperar que realmente las AT diseñadas respondan o se basen en las opiniones y necesidades del grupo objetivo.

A pesar de ello, algunas de las características que se pueden recoger entre las diversas referencias analizadas son, por ejemplo, el uso de mensajes mediante símbolos e imágenes pictográficas o la incorporación de la capacidad, a los dispositivos móviles, de poder transformar los mensajes de texto en pictogramas (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017) como SAAC. Algunas de estas ya están presentes en Apps que ayudan a los usuarios en tareas personales, vocacionales y educativas (Darcy, Green y Maxwell, 2017).

Otro aspecto para destacar, que los usuarios suelen ver como una limitación, es el hecho de que las aplicaciones diseñadas sean específicas para una tarea y no tengan un carácter flexible en cuanto a poder incorporar algunas de sus características útiles a otras acciones básicas de los dispositivos móviles como puede ser el envío de un mensaje o la realización de una llamada telefónica (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017). En este mismo sentido también se hace hincapié en las actualizaciones de las Apps, puesto que pueden convertirse en un gran problema para la accesibilidad de esta, haciendo que los usuarios con DI deban también "actualizarse" en su uso.

El Informe Mundial sobre Discapacidades (World Health Organization and World Bank, 2011) emitió varias recomendaciones específicas sobre cómo hacer que los entornos sean resilientes durante situaciones de desastre y conflicto (Stough, 2015). Este informe destaca que el uso de la información, siguiendo las indicaciones del diseño universal, desempeña un papel muy importante durante las evacuaciones de emergencia de los edificios, por ejemplo. También se añade que las instrucciones que demos a las personas con DI deben centrar la atención en la información clave para realizar la tarea de manera ordenada y pautada. Las instrucciones paso a paso facilitan la comprensión de la información, puesto que esta se presenta de manera escalable y ordenada. Además, el informe señala la importancia de las AT y las

comunicaciones durante los desastres, aunque no indican que AT deben utilizarse ni cómo deben ser esas comunicaciones.

En el estudio de Boyce et al. (2017) se recogen las recomendaciones que Clark y Lyons (2010) elaboraron para la presentación de la información sobre los planes de evacuación. Argumentan que en algunas ocasiones las personas que se encuentran en situaciones de emergencia no han estado antes en una situación similar y que por ello es imprescindible que las instrucciones deben:

- Centrar la atención en la información clave para realizar la tarea. En una evacuación, los sistemas sensoriales pueden estar sobrecargados y por ello el hecho de proporcionar buenas señales e indicaciones puede ayudar a reducir la carga cognitiva.
- Usar relaciones que ayuden a las personas a transferir el conocimiento de sus experiencias previas.
- Proporcionar retroalimentación para las acciones correctas e incorrectas para que el error pueda ser eliminado o reconducido.
- Usar gráficos para proporcionar instrucciones paso a paso a los usuarios. Las instrucciones paso a paso proporcionan plegado de andamios, que pueden ayudar con la comprensión.

Otra de las características que pueden poseer las TD para señalizar o notificar avisos en situaciones de emergencia que pueden ser utilizadas en los casos en los que los usuarios lleven un dispositivo móvil o portable pueden ser patrones de vibración, sonidos, gestos y reconocimiento de voz. Estas pueden ser útiles para personas con diversas discapacidades (Kannan et al., 2014).

Otros estudios piden a las autoridades e instituciones recoger evidencias de las intervenciones de atención y asistencia que se dan para ir mejorando las actuaciones con el conocimiento de experiencias previas, ya sean de éxito o fracaso (Boyce et al., 2017; Stough, 2015). También se deja entrever en algunas referencias la necesidad de formación tanto del personal de los servicios de asistencia como (Darcy, Green y Maxwell, 2017; Kannan et al., 2014) de las propias personas con DI y sus familiares más cercanos o sus cuidadores (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Kannan et al., 2014; Owuor et al., 2018; Stough, 2015; Vuković et al., 2016; Vuković et al., 2018).

DISCUSIÓN

Los resultados muestran una escasez de literatura científica respecto al uso de TD para la atención de personas con DI en situaciones de emergencia, aspecto que hace que sea complejo dar respuesta a las preguntas planteadas. Aun así, los hallazgos realizados nos ayudan a trazar las bases para trabajar en la mejora de la realidad de estas personas, tanto ofreciendo respuestas tecnológicas, como trabajando en formación y concienciación al respecto.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 265-283.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27509 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Respecto a la primera PI, hemos podido comprobar que existen numerosos beneficios y oportunidades que el uso de las TD pueden aportar en las intervenciones con personas con diversas discapacidades. Entre estos encontramos la promoción de su autonomía personal, la mejora de las relaciones sociales, la comunicación, la autodeterminación, la independencia, la participación e inclusión social y la calidad de vida en general (Bryant, Brunner y Hemsley, 2019; Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Darcy, Green y Maxwell, 2017; Flores et al., 2018; Kannan et al., 2014; Vuković et al., 2016; Vuković et al., 2018; Williamson, Aplin, de Jonge y Goyne, 2017).

Las TD más presentes en los trabajos analizados son los dispositivos móviles, como tabletas y teléfonos inteligentes, y los dispositivos llevables, como los relojes inteligentes o smartwatches, a pesar de que su potencial recae principalmente en las aplicaciones que estos dispositivos llevan instaladas (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Flores et al., 2018; Vuković et al., 2016; Vuković et al., 2018). Este resultado no nos sorprende dadas las características de estas tecnologías. Su portabilidad y facilidad de uso, además de las adaptaciones a la accesibilidad cognitiva disponible en estos, hace que estas tecnologías sean definidas como AT para las personas con discapacidad, en nuestro caso con DI (Darcy, Green y Maxwell, 2017). Encontramos relevante no haber encontrado estudios relacionados con el uso de asistentes de voz para la atención de personas con discapacidad en situaciones de emergencia en nuestra RS, a pesar de que se conoce su amplia funcionalidad para la mejora de la calidad de vida de este y otros colectivos (Baldauf, Bösch, Frei, Hautle y Jenny, 2018), como las personas mayores, y para funcionalidades relacionadas con la medicina, como el recordatorio de tratamiento farmacológico (Moguel et al., 2019).

A pesar de ello, no todas las personas con DI tienen las mismas capacidades para poder hacer un uso normalizado de estas TD y actividades tan usuales como hacer una llamada telefónica puede ser todo un reto para ellas (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Darcy, Green y Maxwell, 2017). En este sentido debemos pensar en las TD como AT utilizadas no solo por las personas con discapacidad, sino también por aquellas tecnologías que requieren de la asistencia de otras personas para su utilización, aspecto muy relevante en nuestro estudio. Es por ello por lo que la definición que más se ajusta a nuestros objetivos de investigación sea la proporcionada por la Organización Internacional de Normalización con la norma ISO 9999:2016.

En cuanto a la segunda PI, en referencia a las características que poseen o deben poseer las TD para atender al colectivo con DI en situaciones de emergencia se hallaron recomendaciones relacionadas con la presentación de la información, donde se puede ver claramente la preferencia hacia indicaciones visuales o sensoriales para facilitar la comprensión de los mensajes (Boyce et al., 2017; Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Flores et al., 2018; Kannan et al., 2014; Stough, 2015). En este sentido nos ha faltado encontrar información sobre las características que deben poseer las TD para favorecer la atención del colectivo con DI en situaciones de emergencia.

Si pensamos en el protocolo de actuación que utilizaría una persona neurotípica ante una situación de emergencia, probablemente sería pedir auxilio y/o llamar al 112 para pedir ayuda. Esta es precisamente una de las limitaciones que las personas más afectadas por una DI, puede tener en una situación similar, y así lo demuestran algunos de los estudios analizados (Buchholz, Ferm y Holmgren, 2017; Darcy, Green y Maxwell, 2017; Flores et al., 2018), sobre todo si partimos de que estos muestran soluciones partiendo de la acción de la persona con DI a través de los diversos dispositivos y aplicaciones expuestas. Además, la rigidez e invariabilidad de pensamiento que pueden presentar las personas con DI, así como la carga cognitiva que suelen sufrir en situaciones de estrés como puede ser una situación de emergencia y el desconocimiento a su respuesta o reacción, agravan la atención de estas (Lázaro-Cantabrana et al., 2019).

En este sentido es importante consolidar la evidencia sobre la interacción entre discapacidad intelectual, tecnología de asistencia, vida comunitaria e inclusión social (Vuković et al., 2016) para garantizar su seguridad y bienestar social. Todos los ciudadanos deben poder ser atendidos de manera óptima, pudiendo participar normalmente en la sociedad sin asumir más riesgos.

Por todo ello, debemos pensar en soluciones para aquellas personas con DI que no pueden hacer un uso normalizado de dispositivos y Apps para pedir ayuda en situaciones de emergencia pensando que, además, algunos de ellos presentan graves problemas de comunicación e interacción social. Finalmente, no solo debemos pensar en el tipo de TD a utilizar. La educación y formación sobre el uso de TD, para cualquier finalidad tanto de personas con DI como de los profesionales y familiares que los acompañan, será la que garantice el éxito de estas.

REFERENCIAS

American Psychiatric Association (APA). (2013). *Guía de consulta de los criterios diagnósticos del DSM-5*. Arlington, VA: American Psychiatric Publications. https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425657

Baldauf, M., Bösch, R., Frei, C., Hautle, F., y Jenny, M. (2018). Exploring requirements and opportunities of conversational user interfaces for the cognitively impaired. *In Proceedings of the 20th International Conference on human-computer interaction with mobile devices and services adjunct* (pp. 119-126). https://doi.org/10.1145/3236112.3236128

Boyce, M. W., Smither, J. A. A., Fisher, D. O., y Hancock, P. A. (2017). Design of instructions for evacuating disabled adults. *Applied ergonomics*, *58*, 48-58. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.05.010

Bryant, L., Brunner, M., y Hemsley, B. (2019). A review of virtual reality technologies in the field of communication disability: implications for practice and research. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 1-8.

Buchholz, M., Ferm, U., y Holmgren, K. (2017). "That is how I speak nowadays" – experiences of remote communication among persons with communicative and cognitive disabilities. *Disability and rehabilitation*, *40*(12), 1468-1479. https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1300340

Buchholz, M., Ferm, U., y Holmgren, K. (2018). Support persons' views on remote communication and social media for people with communicative and cognitive disabilities. *Disability and rehabilitation*, 1-9. https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1529827

Clark, R. C., y Lyons, C. (2010). *Graphics for learning: Proven guidelines for planning, designing, and evaluating visuals in training materials*. John Wiley & Sons.

Darcy, S., Green, J., y Maxwell, H. (2017). I've got a mobile phone too! Hard and soft assistive technology customization and supportive call centres for people with disability. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, *12*(4), 341-351. https://doi.org/10.3109/17483107.2016.1167260

Finlayson, J., Jackson, A., Mantry, D., Morrison, J., y Cooper, S. A. (2015). The provision of aids and adaptations, risk assessments, and incident reporting and recording procedures in relation to injury prevention for adults with intellectual disabilities: cohort study. *Journal of intellectual disability research*, *59*(6), 519-529. https://doi.org/10.1111/jir.12154

Flores, J. Z., Cassard, E., Christ, C., Laayssel, N., Geneviève, G., de Vaucresson, J. B., ... y Radoux, J. P. (2018, July). Assistive Technology App to Help Children and Young People with Intellectual Disabilities to Improve Autonomy for Using Public Transport. In *International Conference on Computers Helping People with Special Needs* (495-498). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94277-3_76

Fundación Telefónica (2018). *Sociedad digital en España 2017*. Lectura Plus.

Gisbert, J. P., y Bonfill, X. (2004). ¿Cómo realizar, evaluar y utilizar revisiones sistemáticas y metaanálisis? *Gastroenterología y hepatología*, 27(3), 129-149. https://doi.org/10.1016/S0210-5705(03)79110-9

Hersh, M. A., y Johnson, M. A. (2008). On modelling assistive technology systems–Part I: Modelling framework. *Technology and disability*, *20*(3), 193-215. https://doi.org/10.3233/TAD-2008-20303

Kannan B., Kothari N., Gnegy C., Gedaway H., Dias M. F., y Dias, M. B. (2014) Localization, Route Planning, and Smartphone Interface for Indoor Navigation. In A. Koubâa y A. Khelil (Eds.), *Cooperative Robots and Sensor Networks. Studies in Computational Intelligence, 507,* 39-59. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39301-3_3

Lázaro-Cantabrana, J. L., Sanromà-Giménez, M., Molero-Aranda, T., Queralt-Romero, M., y Llop-Hernández, M. (2019). Diseño de una aplicación móvil para la seguridad de las personas con trastorno del espectro autista: SOS TEA. *Revista de Educación Inclusiva, 12*(1), 139-160.

McSweeney-Feld, M. H. (2017). Assistive technology and older adults in disasters: implications for emergency management. *Disaster medicine and public health preparedness*, *11*(1), 135-139. https://doi.org/10.1017/dmp.2016.160

Moguel, E., Azabal, M. J., Flores-Martin, D., Berrocal, J., Garcıa-Alonso, J., y Murillo, J. M. (2019). Asistente de voz para el recordatorio de tratamiento farmacológico. *Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD)*.

Norma Internacional ISO 9999 (2016). *Assistive products for persons with disability — Classification and terminology*.

Owuor, J., Larkan, F., Kayabu, B., Fitzgerald, G., Sheaf, G., Dinsmore, J., ... y MacLachlan, M. (2018). Does assistive technology contribute to social inclusion for people with intellectual disability? A systematic review protocol. *BMJ open*, *8*(2). https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017533

Sanromà-Giménez, M., Molero-Aranda, T., Lázaro-Cantabrana, J. L. y Gisbert-Cervera, M. (2018). Las tecnologías digitales como herramientas de apoyo para la intervención educativa del trastorno del espectro autista: revisión sistemática. *EDUTEC 2018*. Edicions de la Universitat de Lleida / Asociación EDUTEC, (273-281). https://doi.org/10.21001/edutec.2018

Simplican, S. C., Shivers, C., Chen, J., y Leader, G. (2018). "With a Touch of a Button": Staff perceptions on integrating technology in an Irish service provider for people with intellectual disabilities. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, *31*(1), e130-e139. https://doi.org/10.1111/jar.12350

Stough, L. M. (2015). World Report on Disability, Intellectual Disabilities, and Disaster Preparedness: C osta R ica as a Case Example. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, *12*(2), 138-146. https://doi.org/10.1111/jppi.12116

Urrútia, G., y Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, *135*(11), 507-511. https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015

Vangrieken, K., Dochy, F., Raes, E., y Kyndt, E. (2015). Teacher collaboration: A systematic review. Educational Research Review, 15, 17-40. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.04.002

Vangrieken, K., Meredith, C., Packer, T., y Kyndt, E. (2017). Teacher communities as a context for professional development: A systematic review. Teaching and Teacher Education, 61, 47-59. https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.10.001

Vuković, M., Car, Ž., Fertalj, M., Penezić, I., Miklaušić, V., Ivšac, J., ... y Mandić, L. (2016, July). Location-based smartwatch application for people with complex communication needs. In *2016 International Multidisciplinary Conference on Computer and Energy Science (SpliTech)*, 1-7. https://doi.org/10.1109/SpliTech.2016.7555937

Vuković, M., Car, Ž., Pavlisa, J. I., y Mandić, L. (2018). Smartwatch as an assistive technology: Tracking system for detecting irregular user movement. *International Journal of E-Health and Medical Communications (IJEHMC)*, *9*(1), 23-34. https://doi.org/10.4018/IJEHMC.2018010102

Williamson, B., Aplin, T., de Jonge, D., y Goyne, M. (2017). Tracking down a solution: exploring the acceptability and value of wearable GPS devices for older persons, individuals with a disability and their support persons. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, *12*(8), 822-831. https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1272140

World Health Organization, & World Bank. (2011). *World report on disability*. https://www.who.int/publications-detail/world-report-on-disability

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Tania Molero-Aranda. Doctoranda en el programa de Tecnología Educativa de la Universitat Rovira i Virgili. Profesora asociada del Departamento de Pedagogía de la Universitat Rovira i Virgili. Principales líneas de investigación Competencia Digital, Formación del Profesorado e Inclusión Digital. ORCID: 0000-0002-1470-4549
E-mail: tania.molero@urv.cat

José Luis Lázaro Cantabrana. Doctor en Tecnología Educativa. Profesor en comisión de servicios del Departamento de Pedagogía de Universitat Rovira i Virgili. Coordinador del Máster Interuniversitario en Tecnología Educativa: e-Learning y Gestión del Conocimiento. Principales líneas de investigación Competencia Digital, Formación del Profesorado e Inclusión Digital. ORCID: 0000-0001-9689-603X
E-mail: joseluis.cantabrana@urv.cat

Mireia Vallverdú-González. Graduada en Pedagogía. Colaboradora del Grupo de Investigación Applied Research Group in Education and Technology de la Universitat Rovira i Virgili,
E-mail: mireia.vallverdu@urv.cat

Mercè Gisbert Cervera. Doctora en Ciencias de la Educación, Catedrática de la Universitat Rovira i Virgili del Departamento de Pedagogía. Directora del Grupo de Investigación Applied Research Group in Education and Technology de la Universitat Rovira i Virgili y coordinadora del programa de doctorado en Tecnología Educativa de esta misma universidad. ORCID: 0000-0002-8330-1495
E-mail: merce.gisbert@urv.cat

Dirección:
Facultat de Ciències de l'Educació i Psicologia
Universitat Rovira i Virgili
Carretera de Valls s/n
Tarragona (España)

Fecha de recepción del artículo: 14/05/2020
Fecha de aceptación del artículo: 23/07/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 31/08/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

Lack of skills, knowledge and competences in Higher Education about Industry 4.0 in the manufacturing sector

(Falta de habilidades, conocimiento y competencias en la Educación Superior sobre la Industria 4.0 en el sector manufacturero)

José Luis Romero Gázquez
María Victoria Bueno Delgado
Universidad Politécnica de Cartagena, UPCT (Spain)
Juan José Ortega Gras
Josefina Garrido Lova
Centro Tecnológico del Mueble y la Madera de la Región de Murcia, CETEM (Spain)
María Victoria Gómez Gómez
Karlsruhe Institute of Technology, KIT (Germany)
Marcin Zbiec
The Warsaw University of Life Sciences, WULS (Poland)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548

How to reference this article:
Romero Gázquez, J. L., Bueno Delgado, M. V., Ortega Gras, J. J., Garrido Lova, J., Gómez Gómez, M. V., y Zbiec, M. (2021). Lack of skills, knowledge and competences in Higher Education about Industry 4.0 in the manufacturing sector. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 285-313. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548

Abstract

In this paper, the authors present a complete analysis carried out for reporting the lack, needs and requested competences and skills on the Key Enabling Technologies (KETs) of the Industry 4.0 (I4.0) in both Higher Education (HE) as well as in the wood, furniture and manufacturing sector all over Europe. Moreover, this analysis evaluates the level of implementation in this specific sector considering latest technological trends. The analysis was performed within the framework of the European project MAKING 4.0, where a complete set of surveys were launched to agents who were directly involved in the wood, furniture and manufacturing sector to find out what their impressions are about the current knowledge

and the one demanded by the I4.0, obtaining results where the low level of competences and qualifications in this industrial sector is demonstrated, both in education and in industry, as well as the poor training offered in I4.0 and its KETs. It is concluded that there is an evident technological skills gap between those acquired by workers and by Vocational Education Training (VET) and HE students regards the demands of the I4.0, which must be covered within the next years, through training initiatives, enabling and acquisition of needed competences such as, for example, MAKING 4.0.

Keywords: industry 4.0; KETs; enterprise 4.0; HE; VET; manufacturing; training; curriculum; qualification; skills; competences; labour market; knowledge; employment.

Resumen

En este trabajo, los autores presentan el análisis llevado a cabo para evaluar la falta, las necesidades y las competencias y habilidades requeridas sobre las tecnologías habilitadoras clave (KETs) de la Industria 4.0 (I4.0), tanto en la educación superior como en la industria del mueble, la madera y la manufacturación en Europa. El análisis también evalúa el nivel de implementación de las últimas tendencias tecnológicas en este mismo sector. El análisis se realizó en el marco del proyecto europeo MAKING 4.0, donde un completo set de encuestas se lanzaron a agentes directamente involucrados en el sector del mueble y la madera para conocer, de primera mano, cuáles son sus impresiones acerca del conocimiento actual y el demandado por la I4.0, obteniendo resultados donde se demuestra el bajo nivel de competencias y cualificación en este sector industrial, tanto a nivel educativo como en la industria, además de la falta y necesidad de adaptación de la oferta formativa actual sobre la I4.0 y sus KETs. Se concluye que existe una disparidad evidente entre las competencias actuales de los trabajadores y aquellas que adquieren los estudiantes de ciclos formativos (VET) y educación superior (HE) con respecto a lo demandado por la I4.0, debiéndose cubrir y solventar en los próximos años a través de nuevas iniciativas de formación, capacitación y adquisición de competencias necesarias, como por ejemplo, el proyecto MAKING4.0.

Palabras clave: industria 4.0; KETs; empresa 4.0; HE; VET; manufactura; enseñanza; curriculum; cualificación; habilidades; competencias; mercado laboral; conocimiento; empleo.

The concept Industry 4.0 (I4.0) was created and enhanced by Germany in 2010 as a strategy to improve competitiveness in business production, weakened by those emergent countries with low labour costs. The goal was to offer an innovative industry close to the customers, with customized and turnkey products and solutions, and minimizing production and service times (Petrillo et al., 2018). This was possible thanks to the use of the Information and Communication Technologies (ICTs) in the manufacturing, business and industrial processes. The main ICTs of the I4.0 are the so-called Key Enabling Technologies (KETs). They are, among others,

cloud computing, big data, cybersecurity, robotics, artificial ingelligence, additive manufactuting, augmented and virtual reality, etc.

During the last decade, the European Commission (EC) has launched different strategies to promote the industrial change towards I4.0, funding in technologies, research and infrastructures (COSME, 2018; SL Smart-City, 2016). Some European countries have also enhanced I4.0 through national initiatives (Anitec-Assinform, 2018; Klitou, 2017; Estrategia, 2015; Industrie 4.0, 2017; Novelle France Industrielle, 2017; Prumysl 4.0, 2015). Currently, the EC is driving the deployments of I4.0 in different sectors through the European Technology Platforms (ETPs) (Reillon, 2017). This is composed of forums of industry stakeholders, recognized by the EC, which are formed to support the development of innovation agendas and technology roadmaps for several sectors, at national and EU levels. One of these platforms is Manufuture (Manufuture, 2020), the ETP dedicated to improve the competitiveness of European manufacturing, launched the European Factories of the Future Association (EFFRA) (EFFRA, 2020), a Public-Private Partnership (PPP) of industrial associations which regularly publishes strategic technology roadmaps that form the basis for research and technology development call topics.

It seems clear how the fast integration of KETs in all sectors of industry in EU, promoted by the adoption of I4.0, is changing the way the European people work, and the skills and competencies required to workers (Cañavate-Cruzado et al., 2020). KETs are leading the current economy and the previsions of EC reveal that the future will lead to a fully digitized world, with human capital highly qualified in digital skills. In fact, in Europe the demand of workers with multidisciplinary knowledge and KETs profile increases year by year, while the workers with the required KETs profile is dramatically decreasing. The lack of basic knowledge of KETs is present in over 30% of EU workers (European Commission, 2009). The EC also predicts some alarming data: in 2020 the number of uncovered KETs profiles could reach 800,000 positions and highlights that the lack of digital skills of employees is one of the challenges to be addressed in the adoption of I4.0.

There is no doubt that the change towards the digital transformation and I4.0 must include challenges such as training workers, updating manager skills and adapting the curricula of VET and HE studies to create the future workers with the skills and demand required by the I4.0. This must be performed for each industrial sector, firstly through the analysis of skill gaps and needs of workers and current students. The results of these analysis will help to identify the training contents needed and the way for the design of a joint curriculum, distinguishing among Vocational Educational Training (VET), Higher Education (HE) or unofficial training, as well as following the European Skills, Competences, Qualifications and Occupations (ESCO).

In this regard, some European Projects like MAKING 4.0 (Making, 2019) or IN4WOOD (In4wood, 2016, Bueno-Delgado et al., 2017a) aim to bring this fourth revolution to the specific sector of the wood and furniture industry by developing

training courses or training materials to support this industrial sector and their manufacturers to understand, deploy and use I4.0 enabling technologies in their own businesses, transforming traditional factories into smart factories, that is, improving the competitiveness of their enterprises.

In this work, the authors summarize the work carried out in the framework of the MAKING 4.0 project, where a full analysis was performed for reporting the lack, needs and requested competences and skills with specific attention to KETs of I4.0 in the European HE and in the wood, furniture and manufacturing sector all over Europe, as well as to know the level of implementation in the industry of last technological trends. The work has been also performed with Malaysian HE and Industry (Ratnasingam et al., 2020; Zainal et al., 2020).

The results of the analysis show the current competences and qualifications in furniture and woodworking training offered by European universities and compare these with European industry requirements. The analysis remarks the current gaps in European HE offer and the needs that the wood, furniture and manufacturing industry have to cover in the next years, through training initiatives like MAKING 4.0 (Romero-Gazquez et al., 2020).

THE KEY ENABLING TECHNOLOGIES OF INDUSTRY 4.0

In 2009 the EC identified at first time six KETs: photonics, industrial biotechnology, nanotechnology, advanced materials, micro/nanoelectronics and advanced manufacturing systems (EC-KETS, 2009). In 2017 EC added two new KETs to the list: Artificial intelligence (AI) and Security and connectivity (EC-KETS (b), 2018). In the classification, the EC also advised that biotechnology should be broadened to 'life sciences' and to regroup in single KETs advanced materials and nanotechnologies, and micro-/nano-electronics and photonics.

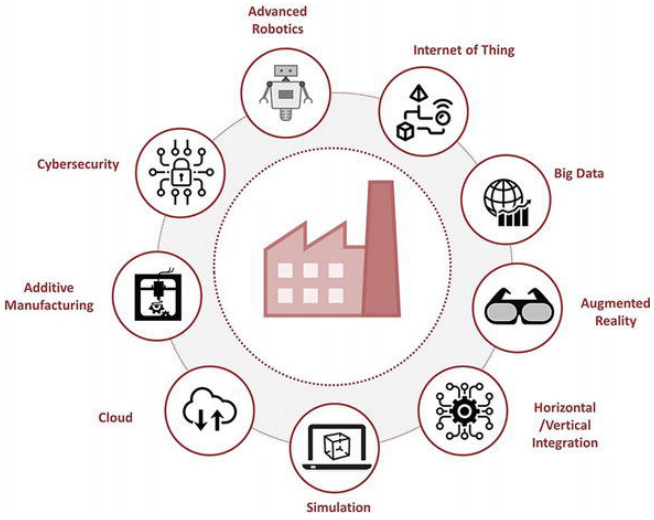
In 2018, a report of the independent High Level Group on Industrial Technologies of the EC reviewed the current KETs identified by EC for the future, so-called KETs 4.0, regrouping the six sets of KETs into three different categories: Production technologies, Digital Technologies and Cyber Technologies (HLG-IT, 2018). They also remarked that the advances in technologies such as the Internet of Things (IoT), 5G, Cloud Computing, Data analytics and Robotics are transforming products, processes and business models in all sectors of the economy, ultimately reshaping global value chains and patterns of industrial specialisation.

Currently the KETs are also the key drivers for the I4.0 adoption. Nowadays a complex debate is open on the need of changing from the concept of I4.0 to the wider and more complete concept of Enterprise 4.0 (E4.0) (Moreira et al., 2018). There is an evident need of enlarging the concept from the core idea of industrial/ factories production to the more inclusive idea of how all enterprises may apply digital technologies in their processes (commercial, marketing, approach to client,

management of supply chain, etc.) for entering a digital transformation without the need to implement robotics in production lines.

Some of the KETs identified in the paradigm of I4.0/ E4.0 are: RFID, IoT, Ubiquitous Computing, 3D Printing/Scanning, Cyber Physical Systems (CPS), Big Data, Cloud Computing, Advanced Automation, Additive Manufacturing or System Integration, among others.

Figure 1. Key Enabling Technologies in the Industry 4.0 paradigm



HOW TO CAPTURE THE GAP AND NEEDS OF KETs COMPETENCES: DESIGN OF METHODOLOGY, TOOLS AND KEY QUESTIONS?

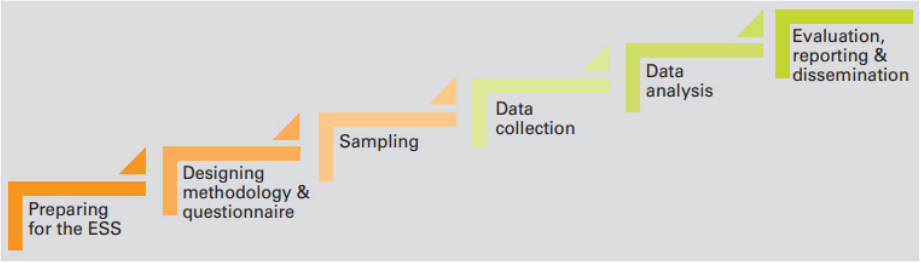
The first step when an analysis must be performed is to decide the methodology to apply, as well as the tools for gathering and processing the data collected. There are different methods for gathering the data: onsite and online questionnaires, seminars and workshops with teachers, students, representatives of the industry, etc. Since the target respondents are most of them familiar with ICTs, online surveys were decided as the most suitable option, Moreover, online surveys permit to reach higher audience.

Two types of survey had to be designed: for entrepreneurs/managers/CEOs of manufacturing industries and for students/researchers/teachers in HE.

In order to design the online surveys, the authors followed the recommendations of the report “developing and running an establishment skills survey”, by the European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP) (Mane, 2017). This report is a practical guidance in the task of developing and implementing

an establishment skills survey. It is focused for employers, but can be also applied to students/teachers.

Figure 2. Steps in the development and implementation of an establishment skills survey (Mane, 2017)



A brief analysis was performed for deciding which free and online survey tool available in the Internet was going to be used. Ten tools were evaluated, focused on the following indicators:

- Number of surveys: maximum number of surveys that can be launched simultaneously.
- Number of questions: maximum number of questions per survey.
- Number of responses gathered: maximum number of responses that can be gathered in each survey.
- Custom design options: level of customization in surveys: colour, format, type of questions, images, synchronization, etc.
- Data export: set of export options available.

The results of this evaluation are summarized in Table 1.

Table 1. Comparison of free and online survey platforms

Tool name	Number surveys	Number questions	Number responses	Custom design	Data export
Google Forms	Unlimited	Unlimited	Unlimited	Yes	Yes
Survey Monkey	Unlimited	10	100	No	No
Typeform	Unlimited	Unlimited	100/month	Yes	Yes
SurveyLegend	3 per account	Unlimited	Unlimited	Yes	No
Polldaddy	Unlimited	Unlimited	Unlimited	No	No
Survey Planet	Unlimited	Unlimited	Unlimited	No	No
SurveyNuts	Unlimited	10	Unlimited	No	No

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 285-313.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Tool name	Number surveys	Number questions	Number responses	Custom design	Data export
Zoho Survey	Unlimited	15	150	No	No
Free Online Surveys	Unlimited	20	100	No	No
Survs	Unlimited	10	200	Yes	No

Google Forms was selected because it is free with no constraints about the number of surveys to create, number of questions per survey, or number of responses to collect. Moreover, it offers the possibility to automatically export the results to .xls files or to Google Sheets for online access and sharing. It also permits to add collaborators and disseminate surveys with a simple URL link. Finally, Google Forms fulfils the requirements of data collection process defined in (Mane, 2017).

The design of the surveys for industry and HE students/teachers was performed with aim of capturing two key indicators:

- To evaluate the awareness and willingness to adopt the concept of Industry 4.0 in the manufacturing industry.
- To identify the most relevant technologies that could be implemented in HE curricula.

Key questions were designed, organized in four categories, as follows:

Table 2. Questions' categories in industry/HE surveys

	Industry	HE students/teachers
1	general information of the company and its employers	general information of the universities and their students
2	Industry 4.0 in general and its KETs	
3	current and future technologies in the companies and KETs	
4	company's opinion regarding a further HE studies focused on Industry 4.0 in the manufacturing sector	student's/teachers opinion regarding further HE degree programs focused on I4.0 in the manufacturing sector

Once the surveys were designed, they were launched in January 2019 and promoted in HE institutions with specialization in the wood/furniture/architecture/ manufacturing/ICTs, etc. The survey was available for gathering data during two months. The data collected were analysed in depth. The following sections summarize the analysis performed.

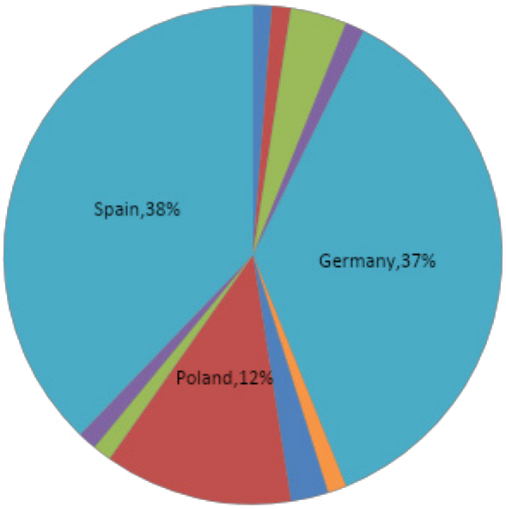
ANALYSIS OF RESPONSES FROM HE STUDENTS AND TEACHERS

In the next subsections the responses from the HE are analysed, highlighting in bold the questions launched. Questions have been grouped in categories, like was explained in Table 2.

Respondent's profile

82 responses were collected from 25 **HE institutions** placed in 11 different EU countries: Austria, Croatia, Estonia, Georgia, Ireland, Germany, Italy, Poland, Portugal, Slovenia and Spain. The highest percentage of respondents correspond to Spain (38%-31 responses), Germany (37%-30 responses), and Poland (12%-10 responses).

Figure 3. Distribution of responses from HE by countries



The **educational level** of respondents was Bachelor's degree (48.78%), Master's degree (29.26%) and Ph.D. level (13.41%). Only 8.53% of respondents have Professional Qualification or Diploma/equivalent. As can be seen, almost all of the respondents had HE studies (around 92%). Since such a small proportion of the students had a high school or VET education, the study of the entire sample was considered the only option, from the perspective of a subject who completes his or her studies and believes to be prepared for the labour market.

The **program specialization or field of expertise** of the respondents was very diverse. Respondents indicated ten different specialities. They were shortened

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 285-313.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

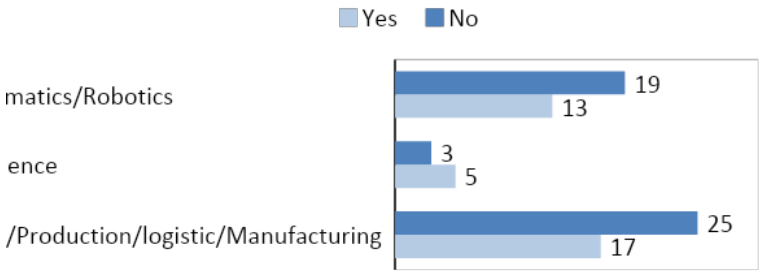
into three topics: Wood/furniture/architecture/etc. comprises 51.21% of responses and Computer Science/ICTs/Informatics, comprise 39.2% of respondents. Other engineering and science fields are the specialization of 9.75% of respondents.

Employment interest and knowledge about KET of I4.0

Respondents were asked about their **interest in seeking employment in the wood/furniture/manufacturing industry when they complete their studies**. Only 45% of people surveyed are interested in this field. Surprisingly, these results analysed in depth show that 35.71% of respondents in a program specialization of wood/furniture/architecture, etc., are not interested in seeking employment in that sector. The reasons of that may vary, but most probably come from the fact that most of respondents are running for a HE degree, and employ in wood and furniture industry are typically known by the high percentage of low qualification jobs. However, 31.25% of respondents with a program specialization focused on ICTs, Computer Sciences or similar field are interested on that. This result could reflect the fact that the area of expertise in ICTs is transversal to all industrial sectors, and students in this concern are open to job vacancies where they can apply their knowledge.

Respondents were asked if they think **automation and mechanization is important to manufacturing industry.** 99% think that automation is mandatory in this industrial sector. This feeling is shared by the society in general. However, although most of them are conscious about the need of transforming industry to the digital evolution through automation and mechanization, a 57% of respondents are not aware of which technologies are used in the industry presently. These results are analysed in depth to know if the field of expertise in their program specialization affects to their knowledge in that. Results, plotted in Figure 4, pointed out that the area of expertise has not influence, a priori. In fact, negative responses in the program specialization of wood/furniture have a similar result (in percentage) than those in the field of ICTs, 59.52% and 59.37% respectively.

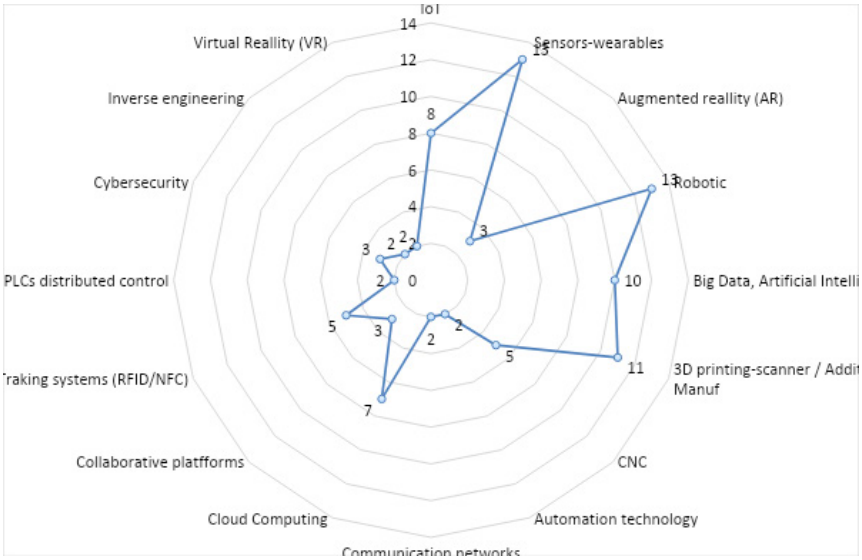
Figure 4. Feedback to question about if respondents are aware of automation technologies used in the industry presently, filtered by program specialization of respondents



It is quite surprising that those respondents in the field of ICTs have no knowledge about how to apply automation technologies in the industry. The study of the resulted responses has been studied in depth, where 94.37% of negative ones come from people with Diploma/equivalent or Bachelor's degree. We cannot confirm the respondents have been graded with that level of education or they are running for that. Hence, it is not unreasonable to think that those respondents have not enough knowledge about automation and new technologies if they are running the first courses of a bachelor's degree. Anyway, the lack of knowledge detected in this question could be given by other factors, not measured in this survey, such us: HE programs with obsolete contents (Bueno-Delgado et al., 2017b), contents in subjects with low examples of application in industry, respondents with no experience in industry, etc.

Those 43% of respondents that said yes to the question above, were also asked about **what technologies they are familiar with**. The results are plotted in Figure 5, and analysed following the learning branches followed by the authors in the European project IN4WOOD (Bueno-Delgado et al., 2017a): Digital and physic world hybridising, Telecommunication and data and Management systems. These are summarized in Table 3.

Figure 5. Technologies in which respondents are familiar with



RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 285-313.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Table 3. Summary of responses about those KETs in which respondents are familiar with

Industry 4.0 technologies	KET	Who knows
Digital and physic world hybridising	RFID/NFC	14.28%
	Sensors-wearables	37.14%
	Augmented reality	8.57%
	Virtual reality	5.71%
	Robotic	37.14%
	3D printing/ additive manufacturing	31.42%
	CNC	14.28%
Telecommunication and data	Cloud Computing	20%
	Communication Networks	5.71%
	Cyber-security	8.57%
	Internet of Things	22.85%
	Big Data	28.57%
	Artificial Intelligence	28.57%
	PLCs distributed control	5.71%
Management Systems	Collaborative platforms	8.57%
	Automation technology	5.71%
	Inverse engineering	5.71%

As can be seen, there are two KETs that are the most familiar for respondents: Robotics and sensors-wearables (37.14%). This seems obvious because both technologies are being integrated in the daily life. On the other hand, 3D-printing/ additive manufacturing is known by 31.42% of respondents. A high rate taking into account that 3D-printing is a quite new technology not included in most of HE degree programs. From these respondents, 63.63% of them are from field of expertise wood/ furniture/manufacturing, which seems normal because it is a KET more used in those sectors. The previous KET are three of the seven catalogued in the Digital and physic world hybridising. The remainder have less interest for respondents, reaching 14.28% RFID/NFC and CNC, and virtual reality (VR) and augmented reality (AR) only 5.71% and 8.57% respectively. These last results seem coherent because these are emerging new technologies, missing in almost all HE degree programs. In the range between 20%-29% are found most of KET focused on Telecommunication and Data, but cyber-security and communication networks decrease up to 8.57% and 5.71%. These values show that people are familiar with IT but not from the technical point of view.

Finally, all KET in Management system classification, have a rate lower than 10%. This result could come from the fact that these technologies are not usually taught in conventional HE degrees, but in specialized courses.

Respondents were also asked about if **they are familiar with the principles of I4.0 in general**. 66% said yes and 34% no. Results have been also filtered by field of expertise, with the aim of extract conclusions about if this is a topic more promoted in specific sectors, confirming that in the field of ICTs, the I4.0 principles are known (71.87%) more than in Wood/Furniture/manufacturing field (64.28%) or other fields of expertise like chemistry, bioscience, industrial engineering (50%).

Respondents were asked about if **they believe that I4.0 is applicable to the wood/furniture/manufacturing industry**. Results show that, although a notable amount of respondents are not familiar with the principles of I4.0, most of them (96%) think that I4.0 can be applied to these sectors. Only three respondents, with field of expertise different from wood/furniture/manufacturing industry, think I4.0 is not applicable to that sectors.

Contents in current HE degree programs and future of I4.0 in HE

In this section, responses about the **contents of the current HE degree programs in topics related with I4.0** and wood/furniture/manufacturing field are analysed, as well as the interest of respondents in a HE program focused on I4.0, and what teaching-learning mode is the most desirable.

One of the goals of this question is to detect if current HE degree programs include those key contents focused on KETs, needed to address the industrial revolution, as well as contents focused on wood/furniture/manufacturing industry. Moreover, this question tries to know the level of knowledge of students/researchers in those topics. This will help to identify gaps in the current European HE degree programs and competences of students.

First, respondents were asked about which topics are addressed in their current study programmes and the level of knowledge required, with five options: not addressed, low level, basic knowledge, advanced level and expert level. Seventeen topics were included in the survey for being selected by respondents. For the analysis, they were organized regarding the close relationship between the topics into:

- Topics focused on wood/furniture/habitat: wood science, wood and material processing, wood production and management, Ecodesign.
- Topics focused on KET of I4.0 (no management systems): Cloud Computing, IoT, ICT/Networking, AR, CAD/CAM/3D printing, Additive manufacturing, Simulation, Robotics.
- Topics focused on enterprises: management, integration, surveillance: Lean Manufacturing/MRP, Risk Analysis, System Integration, Low Cost Automation, System Management, Technological Surveillance and Competitive Intelligence.

% of responses are summarized in Table 4 as follows:

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Table 4. Summary of responses about the contents of the current HE degree programs in topics related with I4.0

		Low level / Not addressed	Basic level	Advanced level / Expert
Topic wood/ furniture/ design/etc	**Wood and material processing**	53.65	28.06	18.29
	Wood production and management	60.97	19.51	19.51
	Ecodesign	56.09	21.95	21.95
Topics focused on KET of I4.0 (no management systems)	**Cloud Computing / IoT**	41.46	23.17	35.36
	ICT / Networking	43.90	21.95	34.14
	AR	60.97	31.70	7.31
	CAD/CAM/ 3D printing	35.36	20.73	43.90
	Simulation	47.56	30.48	21.95
	Robotics	64.63	29.26	6.09
	Additive Manufacturing	59.75	34.14	6.09
Topics focused on KETs of I4.0 regarding management system and integration in enterprises	**Lean Manufacturing / MRP**	64.63	29.26	6.09
	Risk Analysis	41.46	41.46	17.07
	System Integration	47.56	30.48	21.95
	Low Cost Automation	68.29	25.06	6.09
	System Management	42.68	40.24	17.07
	Technological Surveillance and Competitive Intelligence,	65.85	21.95	8.2

A deep analysis of results in topics focused on wood/furniture/design shows that the option not addressed is chosen in all topics by a high percentage of respondents. It seems coherent because 48.78% of respondents have a program specialization different from these topics, that is, Engineering, Computer Science, ICTs, informatics, etc. On the other hand, those respondents in the field of expertise of wood / furniture / habitat industry (51.22%) pointed out they have advanced level or expert level in most of those topics; concretely between 42.85% and 61.90% of them.

A deep analysis of the results in topics focused on KET of I4.0 (no management systems) show that, although 39.02% of respondents are in HE programs with specialization in ICTs and technologies close to KET in I4.0, most of them don't acquire knowledge in those competences at high level. Moreover, those respondents in the field of wood /furniture/ habitat (51.21%) are typically familiar with technologies in the field of CAD / CAM/3D Printing, while those in the field of ICTs/Computer Science/Informatics (48.78%) are close to those topics in Cloud Computing / IoT / ICT / Networking, etc.

A deep analysis of the results in topics focused on KET of I4.0 (management system) show that most of topics have a low rate in advanced and expert level and have low and basic level gets (joined) in more than 50% of responses. In this set of results, seems that the field of expertise of respondents do not affect to the level of knowledge in most of topics, except Low Cost Automation, System Integration and System Management, where respondents of ICTs/Computer Science/ etc. are more familiar with.

Finally, two questions were launched with the aim of gathering their **opinion about to be enrolled in a HE degree program which includes contents about I4.0 KETs** and **what type of teaching-learning mode is the most suitable for them**.

Results showed that 78.04% of respondents could be interested in a further degree in M.Sc. program focused on I4.0. On the other hand, about teaching-learning mode, 52.43% of respondents prefer as first option, online while 15.85% prefer combination (face-to-face, online) and only 9.75% prefer on-site.

Regarding the scheduler of the program, 14.63% of respondents prefer modular-based, and 3.65% prefer to be scheduled in weekends. Finally, only 3.65% of respondents prefer a research-based program.

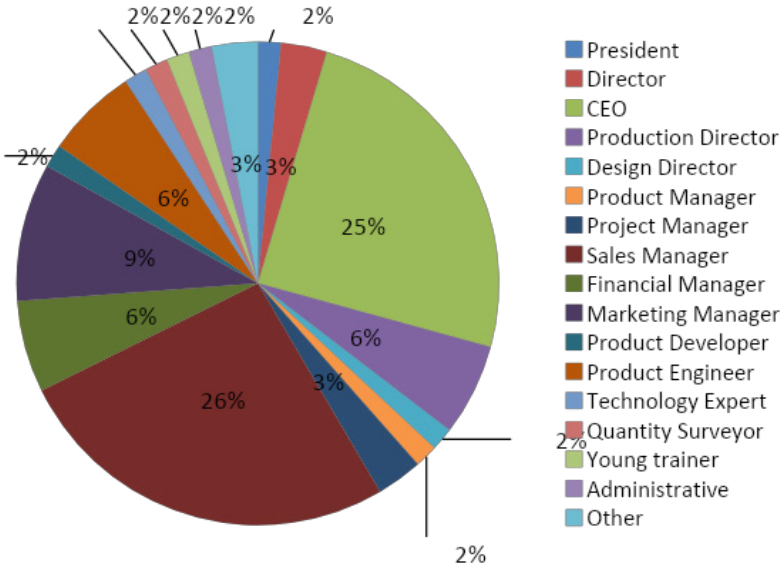
ANALYSIS OF RESPONSES FROM INDUSTRY

Respondent's profile

100 responses were gathered from workers in the European industry. The position of the respondents was very varied (see Figure 6): Sales Manager with 26% of the respondents, followed closely by the CEO with a 25% and followed by far in third place by 9% of Marketing Managers. The first two categories represent approximately 50% the ones who participated in the survey. Managerial positions (Product Manager, Project Manager, Sales Manager, Financial Manager) predominate with 57% of responses whereas remaining 33% held executive positions and 10% technical positions.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 285-313.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

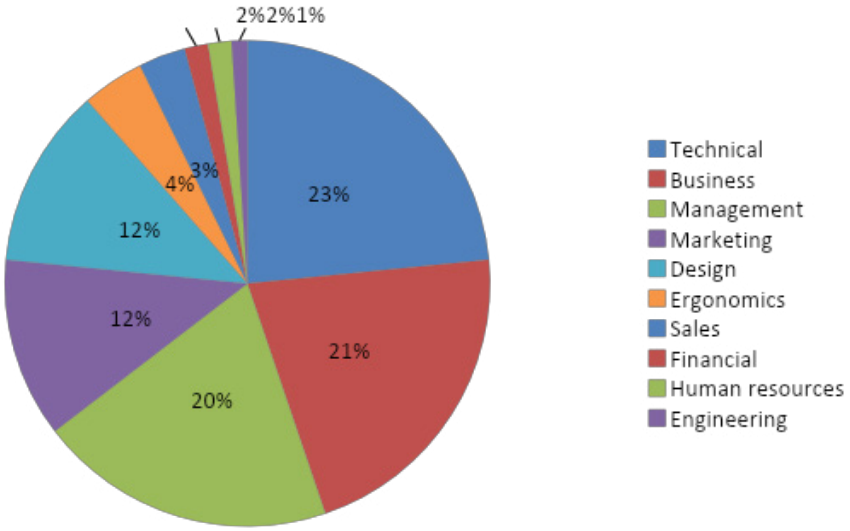
Figure 6. Distribution of responses by position of respondent



Respondents were also asked about their **education level.** Half of respondents had Diploma degree or equivalent educational background whereas 30% had additionally a Bachelor degree. 15% of respondents had a Master level and only 5% held a doctorate. Therefore, the respondents were equally distributed between those with university degree and those with non-university degree.

When asked for their courses or **specialization programs** their responses were very dissimilar (Figure 7). The answers indicated up to 10 different categories ranging from technical categories (i.e. 40% indicated sectors such as design, engineering or ergonomics) to business categories (60% indicated financial, marketing, human resources or management).

Figure 7. Program specialization of respondents



Respondents' opinion about training and I4.0 in companies

The opinion of respondents on the **training needs and the concept I4.0 in the companies** was also analysed (Figure 8). Support for training and education of employees among those surveyed is remarkable enough since 63% indicated Yes while 37% said No. Many of respondents were familiar with the concept of I4.0 (with a 72% claiming to know it) and firmly believe that it is possible to apply it to the wood and furniture manufacturing

To those who answered positively to the previous question, were also asked to specify a bit more the reason for his belief. The results are shown in Figure 9. About one-third of those surveyed, they expected an increased productivity of its manufacturing processes and an increase in benefits. Also, a quarter of them indicated the possibility of introducing new products and opening up new markets (innovation in general) while one out of five respondents indicated as positive the development of the industry in general. Surprisingly few of them pointed out to cost or workforce reduction.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 285-313.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Figure 8. Distribution of responses by educational level.

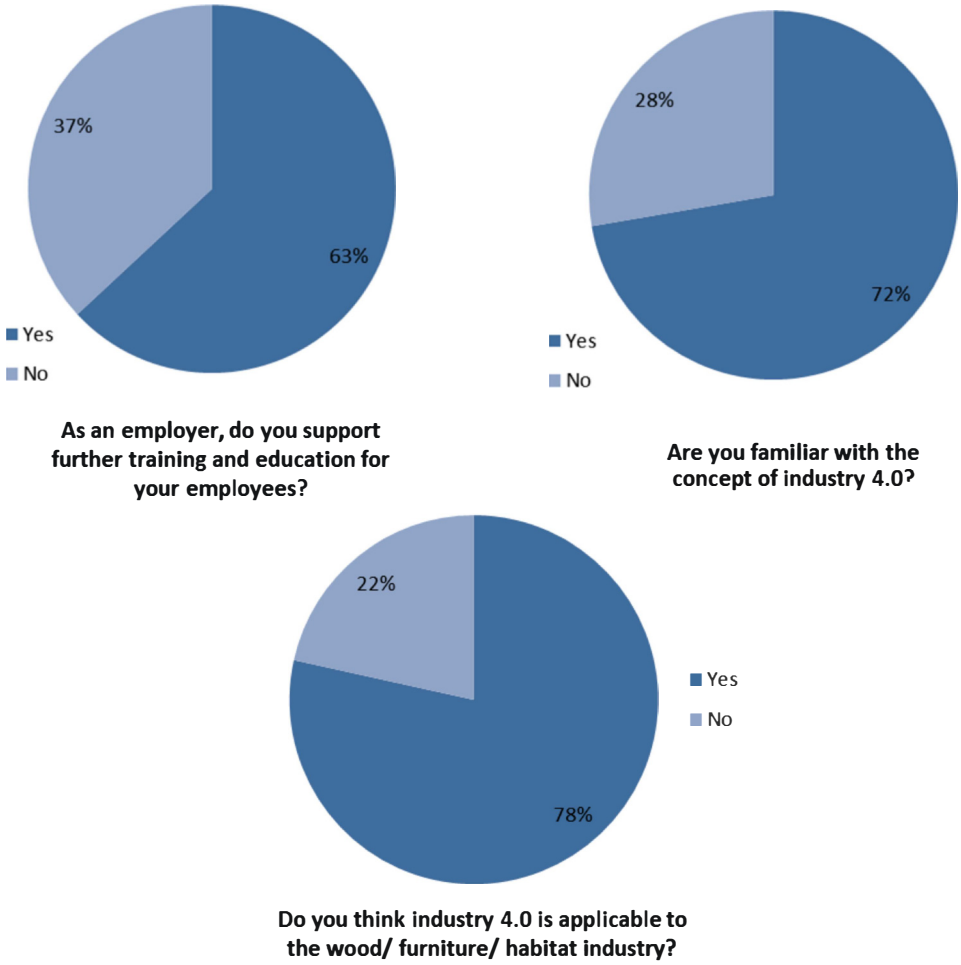
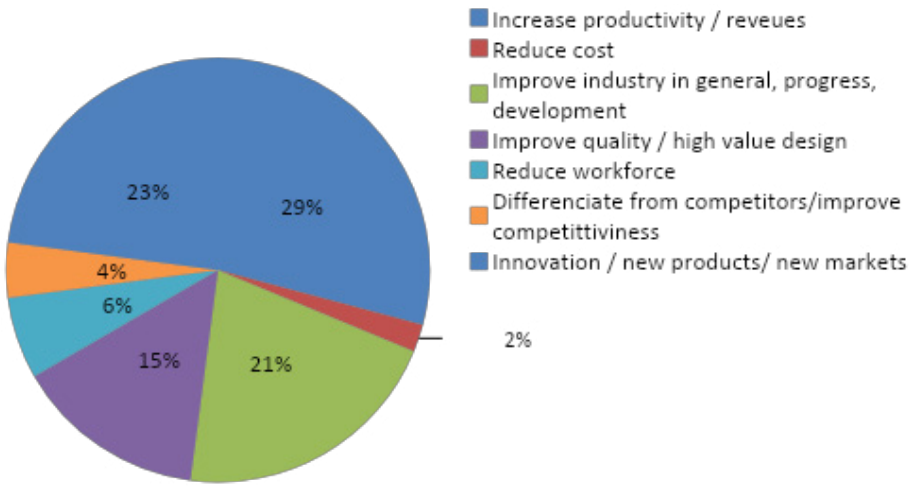
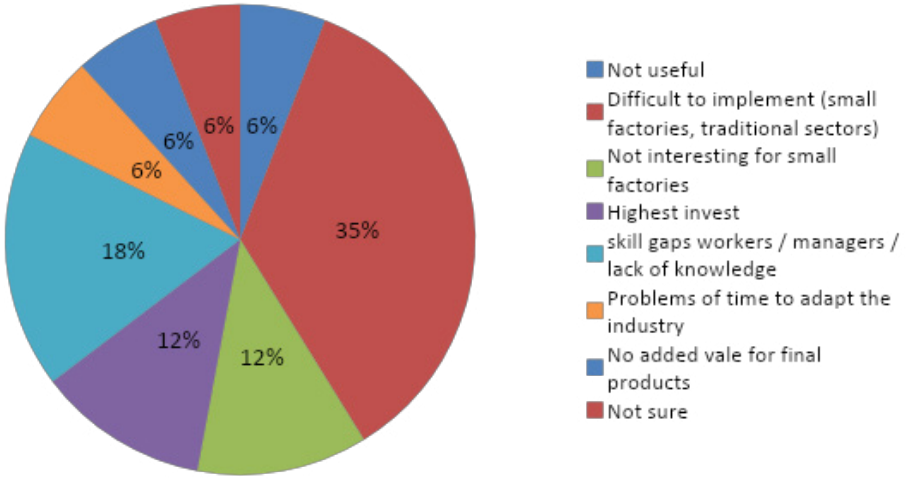


Figure 9. Reasons for applying I4.0 to wood/furniture/manufacturing industry



Those who replied negatively were asked to know the reason of their answer. The results were the difficulty of implementation (35%), especially in small factories with traditional production methods, followed by the concern on the lack of knowledge and skills for workers and managers (17%). 12% claimed that I4.0 requires larger investment and has no added value for small factories. This analysis is displayed in Figure 10.

Figure 10. Reasons for not applying I4.0 to wood/furniture/manufacturing industry

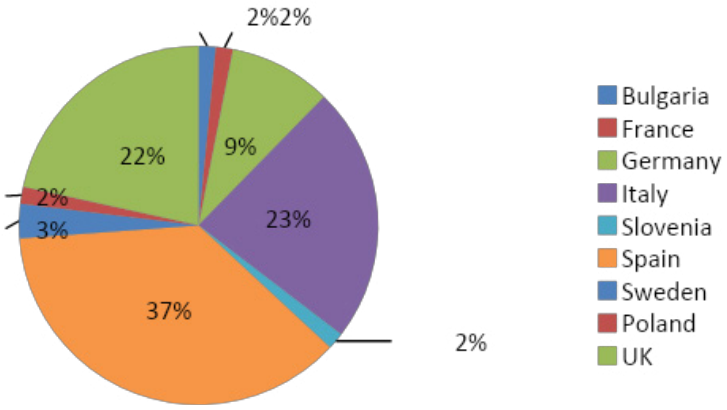


RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 285-313.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Company profile

65 companies were collected from 9 different **EU countries**: Bulgaria, France, Germany, Italy, Slovenia, Spain, Sweden, Poland and United Kingdom. Majority of respondents (72%) came from only three countries: Spain, Italy and UK with 37%, 23% and 22% respectively. Surprisingly, fewer responses were obtained in comparison from countries with a strong wood, furniture and manufacturing industry such as Poland, Germany or Sweden.

Figure 11. Distribution of responses from countries in the wood/furniture/manufacturing industry



Size of the companies is also gathered. Small businesses with less than 50 employees (25 replies, 38% of respondents) and companies of medium size (19 companies, 29% of respondents) are the main components of the businesses surveyed. These companies (67% of total) are fairly representative of the size of this sector in European companies. Also draws attention a significant number of micro-enterprises with less than 10 employees (23%). However, large companies with more than 250 employees were only 10% of respondents in this survey.

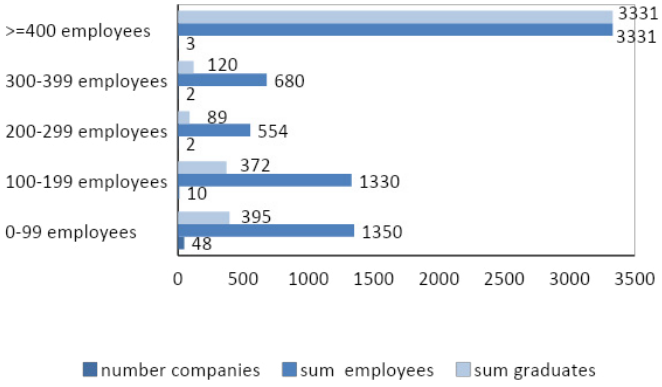
With regards to the **type of products manufactured** by these industries a significant majority of respondents were engaged in furniture fabrication (40%) followed by the sector of the upholstery (20%), chairs manufacturers (9%) and wood/furniture/manufacturing (8%).

On the other hand, 52% of respondents do **business** both in the **domestic and international markets**, 36% are devoted exclusively to the domestic market and the lowest proportion is businesses that are dedicated only to export (12%).

With regards to the **formal education level of employees**, the results gathered, summarized in Figure 12, show that in companies with 0-99 employees, the

percentage of graduates is 29.25%; 27.96% in companies with 100-199 employees; and when the number of employees increase, the rate decreases down to 16.06% (200-299 employees) and 17.64% (300-399). Regarding big size companies, only three companies with 400 employees or more answered, indicating that all of their employees are graduated. Although it could be true, the authors believe that the veracity of this answer should be double-checked because it could be possible that the respondents were not understand that graduate in this case refers to HE level.

Figure 12. Results to question "how many employees have formal education/graduates in your company?"



Companies' adoption to I4.0 and training support

In this section, the degree of adoption and training support of Industry 4.0 is surveyed and discussed. Survey respondents were asked about **which of the I4.0 technologies were already implemented in their respective companies**.

Results are shown in Table 5 and analysed in detail. Three technologies were considered "important" or "very important" for the sector: Cloud Computing/Internet of Things, Automation and Mechanization and Materials Processing with 70% of answers each one. These technologies were important enough to be implemented in their businesses already. On the other side some of these technologies were regarded as "least important" or "less important" for the sector: They were Risk Analysis (35% of both answers), System analysis (31%) and CAS/CAM/3D printing (29%).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 285-313.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Table 5. Summary of responses about the KETs in use in the industry

		Important / very important % (in use)	Neutral/less/ least important, % (not in use)
Topic wood/ furniture/design/ etc.	**Wood and material processing**	55.38	44.61
	Automation and Mechanization	**70.76**	29.23
	Ecodesign	41.53	58.46
Topics focused on KET of I4.0 (no management systems)	**Cloud Computing / IoT**	**70.76**	29.23
	ICT / Networking	49.23	50.76
	AR	58.46	41.54
	CAD/CAM/ 3D printing	30.76	69.23
	Simulation	46.15	53.84
	Robotics	46.15	53.84
	Additive Manufacturing	44.61	55.38
Topics focused on KETs of I4.0 regarding management system and integration in enterprises	**Lean Manufacturing / MRP**	58.46	41.53
	Risk Analysis	38.46	61.53
	System Integration	30.76	69.23
	Low Cost Automation	53.84	46.15
	System Management	49.23	50.77
	Technological Surveillance and Competitive Intelligence,	61.53	38.46

Respondents were also inquired by the **technologies that they considered essential to be implemented in the next 5 years**. Results are illustrated in Table 6. In bold are remarked all KETs with more than 70% of responses with high priority. Respondents identified as "important" or "very important" (86% of both responses) KETs such as Robotics, Automation and Mechanization (82%) and Augmented Reality (75%). This could give us a clue in the areas of training that the sector will need for upcoming graduates. At the other extreme, enterprises considered with a big difference (46%), that the knowledge in Wood Science will be "less important" or "least important" to the sector. This result is striking, because apparently, in this new era this knowledge seems that it will be relegated to the HE environment and it will not be strictly necessary for industrial practice.

Table 6. Summary of responses about the KETs essentials to be implemented in the next 5 years

		Important / very important %	Neutral / less important %
Topic wood/ furniture/ design/etc.	**Wood Science**	44.61	55.39
	Wood Products and Manufacturing systems	**78.46**	21.54
	Wood and material processing	61.53	38.47
	Automation and Mechanization	**81.53**	18.47
	Ecodesign	**83.07**	16.93
Topics focused on KET of I4.0 (no management systems)	**Cloud Computing / IoT**	**78.46**	21.54
	ICT / Networking	**70.76**	29.24
	AR	**75.38**	24.62
	CAD/CAM/ 3D printing	**76.92**	23.08
	Simulation	53.84	46.16
	Robotics	**86.15**	15.85
	Additive Manufacturing	**78.46**	21.54
Topics focused on KETs of I4.0 regarding management system and integration in enterprises	**Lean Manufacturing / MRP**	64.61	35.39
	Risk Analysis	44.61	55.39
	System Integration	58.46	41.54
	Low Cost Automation	52.3	47.7
	System Management	**84.61**	15.39
	Technological Surveillance and Competitive Intelligence,	**89.23**	10.77

When they were asked if they would **support their employees if they decide to pursue a program about Industry 4.0** the response was nearly unanimous: 89% of respondents said yes and only 11% said no. This response encourages us to think that the results of this program will be of great interest to the sector and that any training resulting from it will have an acceptable demand.

Respondents were also asked about **which areas should be the priority focus on the development of new training programs**. These results are shown in Table 7. In bold are remarked all KETs with more than 70% of responses with high priority. As can be seen, the respondents gave priority to matters such as Additive Manufacturing, Robotics, Ecodesign and Augmented Reality, with more than 90% of respondents.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 285-313.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Table 7. Summary of responses about which KETs should be a priority on the development of new training programs focused on I4.0

		Important / Very important %	Neutral / Less important %
Topic wood/ furniture/ design/etc.	**Wood and material processing**	**75.38**	24.62
	Automation and Mechanization	**90.62**	9.38
	Ecodesign	**89.23**	10.77
Topics focused on KET of I4.0 (no management systems)	**Cloud Computing / IoT**	**87.69**	12.31
	ICT / Networking	**76.92**	23.08
	AR	**89.23**	10.77
	CAD/CAM/ 3D printing	**80**	20
	Simulation	50.76	49.24
	Robotics	**90.76**	9.24
	Additive Manufacturing	**92.3**	7.7
Topics focused on KETs of I4.0 regarding management system and integration in enterprises	**Lean Manufacturing / MRP**	**76.92**	23.08
	Risk Analysis	56.92	43.08
	System Integration	44.61	55.39
	Low Cost Automation	58.46	41.54
	System Management	**84.37**	15.63
	Technological Surveillance and Competitive Intelligence,	**86.15**	13.85

Finally, Table 8 shows a comparison about the opinion of industry in the three previous questions. Only “important or very important” results. are compared. The goal is to understand if there is a relationship between whether the technology in use is also demanded to be trained, or just in case the technology is expected to be implemented, then must be trained.

There are some technologies that, although are in a high percentage in use or are promoted to be implemented, are also considered to be trained due to their importance. They are: Automation and Mechanization, Cloud Computing, ICT, ICT/ Networking, AR, 3Dprinting, System Management and Technological Surveillance.

Table 8. Comparison of responses from industry about KETs implemented, KETs to be implemented, and KETs to be trained

		In use %	To be implemented %	To train %
Topic wood/ furniture/ design/etc.	**Wood and material processing**	55.38	44.61	**75.38**
	Automation and Mechanization	**70.76**	**78.46**	**90.62**
	Ecodesign	41.53	61.53	**89.23**
Topics focused on KET of I4.0 (no management systems)	**Cloud Computing / IoT**	70.76	**81.53**	**87.69**
	ICT / Networking	49.23	**83.07**	**76.92**
	AR	58.46	**78.46**	**89.23**
	CAD/CAM/ 3D printing	30.76	**70.76**	**80**
	Simulation	46.15	**75.38**	50.76
	Robotics	46.15	**76.92**	**90.76**
	Additive Manufacturing	44.61	53.84	**92.3**
Topics focused on KETs of I4.0 regarding management system and integration in enterprises	**Lean Manufacturing / MRP**	58.46	**86.15**	**76.92**
	Risk Analysis	38.46	**78.46**	56.92
	System Integration	30.76	64.61	44.61
	Low Cost Automation	53.84	44.61	58.46
	System Management	49.23	58.46	**84.37**
	Technological Surveillance and Competitive Intelligence,	61.53	52.3	**86.15**

CONCLUSIONS

In this work a depth analysis have been performed to know the lack of skills, knowledge and competences of the KETs of I4.0 in students and workers in EU and to detect if it is necessary to perform training about the KET in HE. The work has been carried out through the study of responses from 82 students from different European countries. The study does not distinguish between men and women, which could be an interesting indicator to extract the digital gap between sex roles as well. This could be addressed in further analysis. Almost 92% of respondents are HE students (Dipl., Msc, PhD). The remaining 8% of respondents, with VET degree, were also included in the study, because they could give useful information about those also ready for the labour market

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27548 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

The results extracted showed that the lack of skills, knowledge and competences is a fact, and the need of training in those KETs of Industry 4.0 is mandatory, at least in HE for manufacturing sector. If future workers and industry want to be ready for the I4.0 revolution, both must work together under the same goal: to promote the training in the KETs of I4.0. This is only possible if HE and VET institutions design training degrees (official or unofficial) with the learning outcomes, path and contents for having future competitive workers and companies, with the skills and competences demanded by the globalized world. The European project MAKING 4.0 has set this as the starting point for designing a new Master degree focused on I4.0 in the wood and furniture sector in Malaysia.

ACKNOWLEDGMENTS

Thanks to partners of the Erasmus+ CBHE MAKING 4.0 project for their contribution and the EU commission (through the Erasmus+ CBHE) for the financial support.

Erasmus+ *This project has been funded with support from the European Commission. The European Commission support for the production of this publication does not constitute endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.*

REFERENCES

Anitec-Assinform (2018). *Digital Trends in Italy* Report. http://ildigitaleinitalia.it/kdocs/1922726/SINTESI_INGL_OTT18_V3.pdf

Bueno-Delgado, M. V., Romero-Gázquez, J. L., Pavón-Mariño, P., Melero-Muñoz, F. J., & Cañavate-Cruzado, G. (2017a). IN4WOOD: Developing an online and free training course to adapt the curricula of workers and managers of wood and furniture sector to the skills required in the Industry 4.0, *in Proc. of 9th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2017)*. https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.1118

Bueno-Delgado, M. V., Romero-Gázquez, J. L., Cañavate-Cruzado, G., & Melero-Muñoz, F. J. (2017b). Gaps between skills required by Industry 4.0 and academic programs focused on ICTs: a case study of Computer Science degrees in a Spanish University, *in 10th annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2017)*. https://doi.org/10.21125/iceri.2017.1971

Cañavate-Cruzado, G., Moreno-Muro, F. J., & Bueno-Delgado, M. V. (2020). Modernizing the Vocational Educational Training in the field Social Sciences and Humanities towards the Key Enabling technologies in the Digital Transformation, in *Proc. of 12th annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2020)*, Palma de Mallorca

(Spain). https://doi.org/10.21125/edulearn.2020.2028

COSME (2018). *Industry 4.0 initiatives in the COSME countries*. https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/content/industry-40-initiatives-cosme-countries-0

EC-KETs (2009). *Key Enabling Technologies definition by European Commission*. https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/advanced-technologies_en

EC-KETs b (2018). *Key Enabling Technologies definition update*. https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/re_finding_industry_022018.pdf

EFFRA (2020). *European Factories of the Future Research Association*. https://www.effra.eu/

Estrategia (2015). *Spanish National Strategy Industria Conectada IC4.0*. https://www.industriaconectada40.gob.es/estrategias-informes/estrategia-nacional-IC40/Paginas/descripcion-estrategia-IC40.aspx

European Commission (2009). *Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009DC0512&from=EN

HLG-IT (2018). Re-finding Industry. Defining Innovation. *Report of the independent High Level Group on industrial technologies*. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/28e1c485-476a-11e8-be1d-01aa75ed71a1

In4wood (2016). *Industry 4.0 for Wood and Furniture Manufacturers*. https://in4wood.eu

Industrie 4.0 (2017). *Germany: Industrie 4.0*. https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%204.0.pdf

Klitou, D. (2017). *Digital Transformation Monitor*, Italy: Industria 4.0. https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industria4.0_IT%20v2wm.pdf

Making 4.0 (2019). *Improving Malaysian HE Knowledge towards a Wood and Furniture Industry 4.0*. https://making4.0.eu

Mane, F. (2017). Developing and running an establishment skills survey Guide to anticipating and matching skills and jobs. http://www.cedefop.europa.eu/de/publications-and-resources/publications/2219

Manufuture (2020). *MANUFUTURE-EU*. http://www.manufuture.org/

Moreira, F., Ferreira, M. J., & Seruca, I. (2018). Enterprise 4.0 – the emerging digital transformed enterprise?, in Procedia *Computer Science, 138*, 525-532. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.072

Novelle France Industrielle (2017). La nouvelle France industrielle. https://www.gouvernement.fr/action/la-nouvelle-france-industrielle

Petrillo, A.; De-Felice, F., Cioffi, R., & Zomparelli, F. (2018). Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges, and Opportunities, Digital Transformation in Smart Manufacturing., Ed. Intech Open. https://doi.org/10.5772/intechopen.72304

Prumysl 4.0 (2015). Iniciativa Prumysl 4.0. https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf

Ratnasingam, J., Yi, L. Y., Abdul Azim, A., Halis, R., Choon Liat, L., Khoo, A., Mat Daud, M., Senin, A. L., Ab Latib, H., Bueno, M. V., Zbiec, M., Garrido, J., Ortega, J., Gómez, M. V., Hashim, R., Zakaria, S., Zainal Abidin, S., & Mat Amin, M. N. Z. (2020), "Assessing the Awareness and Readiness of the Malaysian Furniture Industry for Industry 4.0", Bioresources vol. 15(3), pp. 4866-4885. 10.15376/biores.15.3.4866-4885

Reillon, V. (2017). European Technology Platforms at a glance. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2017/603935/EPRS_ATA(2017)603935_EN.pdf

Romero-Gázquez, J. L., Cañavate-Cruzado, G., Ortega-Gras, J. J., Garrido-Lova, J., Bueno-Delgado, M. V., Gómez-Gómez, M. V., Zbiec, M., Ratnasingam, J., Abidin, S. Z., Hashim, R., Zakaria, S., & Zamri Mat Amin, M. N. (2020), "MAKING 4.0: developing an official Master Degree for adapting the curricula of future workers and managers of wood and furniture sector to the skills required by the Industry 4.0", in Proc. of 12th annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN), Palma de Mallorca (Spain). July 2020. https://doi.org/10.21125/edulearn.2020.2000

SL Smart-City (2016). Slovakia: Smart city. https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/content/slovakia-smart-city

Zainal, S., Ibrahim, A, Ghazali, A., Azroll, M., Anuar, S., Mujir, M. S., Bueno-Delgado, M. V., Zbiec, M., Garrido, J., Ortega, J. J., Gómez-Gómez, M. V., Ratnasingam, J., Hashim, R., Zakaria, S., & Zamri, M. (2020), "The Challenges on Developing Validation Protocol for New Curriculum of Making4.0 between Malaysian and European Education Systems", accepted to be published at the International Journal of Innovation, Creativity and Change.

ACADEMIC AND PROFESSIONAL PROFILE OF THE AUTHORS

José Luis Romero Gázquez received the bachelor's degree in Telematic Engineering in 2015 from the Technical University of Cartagena (UPCT, Spain). In 2017 he received his Master of Science in Telecommunications Engineering from the same University. Since 2017, he works as researcher and Ph.D. Student in GIRTEL group of UPCT. His research interest includes the Internet of Things (IoT), network optimization and the Industry 4.0, its digital transformation, and its adoption in education.
E-mail: josel.romero@upct.es

María Victoria Bueno Delgado is Associate Professor in Universidad Politécnica de Cartagena (Spain). She received BSc. in Telematics Engineering (2002), MSc. in Telecommunications Engineering (2004) and European Ph.D in Telecommunications (2010) from the same University. She has participated or led more than 20 Spanish and European projects, and a dozen projects with companies. Her research interests include network optimization, wireless technologies, Industry 4.0, digital transformation, new technologies for education.
E-mail: mvictoria.bueno@upct.es

Address:
Universidad Politécnica de Cartagena
Edificio Antigones, Plaza del Hospital nº1
30202 Cartagena (Murcia, Spain)

Juan José Ortega Gras has bachelor's degree in environmental science and Master in Integrated Management: Quality, Environment and Occupational Safety and Health, with extensive knowledge in the areas of sustainability and circular economy in the industry. He currently works in the International Projects Department at CETEM, where he has participated in several European projects (H2020, FP7, Erasmus+, etc.) related to digitalization and sustainability in the furniture and wood industry.
E-mail: jj.ortega@cetem.es

Josefina Garrido Lova has PhD in Communication and Documentation, is head of the Area of R+D(+i) at CETEM as well as senior advisor in project management. She has experience leading and supporting work teams, coordination of projects, exploitation activities, and in tasks related with planning, execution and dissemination plan in projects. She also works on topics with Erasmus+ such as: EQF frame, ECVET system in relation to mobility, recognition of Informal and non-formal learning, etc.
E-mail: josefina.garrido@cetem.es

Address:
Centro Tecnológico del Mueble y la Madera (CETEM)
Calle Perales s/n
30510 Yecla (Murcia, Spain)

María Victoria Gómez Gómez studied Building Engineer at the Technical University of Cartagena (UPCT, Spain). After her studies, she obtained the Certificate of Pedagogical Aptitude (CAP) at the University of Murcia (Spain). Over several years she acquired further knowledge in the areas of product design, product development and CAD programs, and studied a vocational training in Design and Furnishing. Since 2016, she works at the BLM department as part of the European funding program Erasmus+.
E-mail: maria.gomez@kit.edu

Address:
Karlsruher Institut für Technologie
Building Lifecycle Management (BLM)
Englerstrasse 7, Building 20.40. Room 118
76131 Karlsruhe, Germany

Marcin Zbiec is Head of Division of Construction and Technology of Final Wood Products of Faculty of Wood Technology, Expert on woodworking of Association of Foresters and Wood Technologists. PhD obtained in 2004 on the topic of "Tool wear

diagnosing in milling of wood-based materials" Lecturer on Production Facilities, Exploitation of Woodworking Machinery and Computer Aided Design. In 2015 awarded in "Top 500 innovators" program (amongst the top five hundred innovators of Poland).
E-mail: marcin_zbiec@sggw.edu.pl

Address:
Marcin Zbiec
Warsaw University of Life Sciences – SGGW
Nowoursynowska 166 St.
02-787 Warsaw, Poland

Date of receipt: 20/05/2020
Date of acceptance: 24/07/2020
Date of layout: 31/08/2020

I.S.S.N.: 1138-2783

Empleo de dispositivos BCI en alumnos para la evaluación docente

(Use of BCI devices in students for teacher assessment)

Arturo Corona Ferreira
Universidad Virtual del Estado de Michoacán (México)
Mijael Altamirano Santiago
Instituto Politécnico Nacional (México)
María de los Ángeles López Ortega
Universidad Virtual del Estado de Michoacán (México)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27502

Cómo referenciar este artículo:
Corona Ferreira, A., Altamirano Santiago, M., y López Ortega, M. (2021). Empleo de dispositivos BCI en alumnos para la evaluación docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 315-328. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27502

Resumen

En este artículo se presenta una metodología para la recolección y estudio de datos multimodales por medio de la integración y uso de un sistema de interfaz cerebro-computador mejor conocidos como BCI, los cuales facilitan la lectura de la actividad fisiológica por medio de técnicas de electroencefalografía (EEG) para lograr analizar los procesos cognitivos que se producen en sujetos que se encuentran dentro de un salón de clase de forma voluntaria con disposición para aprender. El dispositivo BCI de la marca NeuroSky, es considerado como un dispositivo de bajo costo, el cual se utilizó en conjunto con el software de uso libre neuroexperimenter, donde al usarse en conjunto se logra la recolección de datos multimodales en un aula tradicional; los productos obtenidos sirvieron como base para realizar analíticas de los procesos de aprendizaje, para comprender que sucede desde una perspectiva de las neurociencias cognitivas. Los productos de esta metodología pueden ser utilizados como referente para construir reportes a fin de retroalimentar a docentes, donde los datos fisiológicos de los niveles de atención en alumnos abren la oportunidad de interpretar los impactos de las actividades docentes. Lo relevante de este artículo radica en la oportunidad encontrada para usar tecnologías BCI para realizar estudios dentro de un salón de clase de manera objetiva sin emplear instrumentos como un cuestionario.

Palabras clave: evaluación del profesor; aula; fisiología; nuevas tecnologías; ciencias y tecnología.

Abstract

At this paper, we aim to offer a methodology for the collection and study of multimodal data through the integration and use of a brain-computer interface system better known as BCI, which facilitate the reading of physiological activity through electroencephalography (EEG) techniques to achieve analyzing cognitive processes that occur in subjects who are within a classroom voluntarily willing to learn. The BCI device of the NeuroSky brand, which is considered a low cost device, was used in conjunction with the free use software neuroexperimenter, where, being used together, it is possible to collect multimodal data in a traditional classroom; the obtained products served as a basis for conducting analysis of learning processes, to understand what happens from a perspective of cognitive neuroscience. The products of this methodology can be used as a reference for building reports to provide teachers feedback, where physiological data on the levels of attention in students open the opportunity to interpret the impacts of teaching activities. The relevance of this paper lies in the opportunity found to use BCI technologies so as to carry out studies within a classroom in an objective manner without using instruments such as a questionnaire.

Keywords: teacher assessment; classroom; physiology; new technologies; science and technology.

La lectura de la actividad cognitiva mediante el uso de instrumentos EEG es una práctica cada vez más común que se realiza mediante tecnología BCI. Esta tecnología utiliza dispositivos EEG que son de un costo considerable y no son fáciles de operar. El reciente lanzamiento de dispositivos de bajo costo EEG inalámbricos abre la posibilidad para la comunidad de investigación de todo el mundo (Das, Chatterjee, Sinharay y Sinha, 2014).

Las neurociencias y las tecnologías de la información hoy en día han evolucionado a tal grado que pueden apoyarse mutuamente para identificar las señales fisiológicas que se generan por las emociones y los detonantes de motivación por medio de electroencefalograma (EEG).

Las técnicas EEG consisten en obtener señales eléctricas a partir de la actividad del cerebro y se dividen en dos tipos: la primera es la invasiva, donde se implantan electrodos dentro del cráneo del paciente, que a pesar de las complicaciones naturales relacionadas, ésta tiene a favor el hecho de que se puede focalizar la señal, distinguiendo una zona específica del cerebro; la segunda técnica es la no invasiva, consiste en colocar sensores sobre el cuero cabelludo, a través de pares de electrodos que se utilizan para leer las señales eléctricas de la actividad eléctrica del cerebro. Ambos tipos de técnicas consideran los principios de pequeñas diferencias de voltaje entre electrodos y estos suelen registrar valores de entre 30 y 100 μV por lo que normalmente deben ser amplificadas, es así como la actividad eléctrica, se produce cuando las neuronas se comunican (Torres, Sánchez y Baus, 2014).

Los dispositivos BCI y sus aplicaciones

Dado que el cerebro humano por su naturaleza se divide en hemisferios cerebrales y estos a su vez se dividen en lóbulos, el dispositivo BCI que se considera en este estudio funcional en la lectura del lóbulo frontal, donde es este lóbulo donde se realizan todas las funciones como una serie de procesos, cuyo principal objetivo es facilitar la adaptación a situaciones nuevas; opera mediante la modulación o el control de las habilidades cognitivas básicas. Bello (2016) declara que estas habilidades son procesos sobreaprendidos mediante la práctica o la repetición e incluye habilidades motoras y cognitivas como la lectura, la memoria y el lenguaje.

Hoy en día se han identificado diversas tecnologías que permiten la lectura de la actividad cerebral por medio de técnicas EEG, una de ellas se identifica en el estudio realizado por la Universidad Uşak en el cual monitorearon los niveles de atención de los estudiantes al usar materiales visuales en cursos usando electroencefalografía. En esta investigación valoraron el uso de recursos como PowerPoint, internet, mapas digitales, gráficos, comparando su uso en plataformas LMS y en clases magistrales. Uno de sus principales hallazgos de la investigación fue que el flujo de estímulos se interrumpe más frecuentemente en las clases presenciales, principalmente cuando un compañero entra tarde o por conversaciones de otros ajenas a la clase, mientras que los que trabajan de manera independiente en plataformas realizaron de forma fluida sus tareas (Sezer, İnel, Seçkin y Uluçınar, 2015).

Otro caso de investigación es el desarrollo de una aplicación denominada EngageMeter; el cual es un sistema que permite obtener información precisa en tiempo real sobre el nivel de atención que tienen los alumnos de un curso, mediante el uso de BCI, donde los datos obtenidos reflejan las reacciones de la audiencia en clase al presenciar presentaciones, de esta manera, obtienen pautas de como presentar sus diapositivas e insertar elementos adicionales (Hassib y otros, 2017).

Xu, Zhou, Wang y Peng (2018) analizaron 22 trabajos donde se realizaron el uso de dispositivos BCI, identificando que en el 82% de los trabajos se empleó el dispositivo NeuroSky, adicional estos mismos autores destacan que existe una escasez de estudios en las aulas naturalistas, donde se refleje la obtención de datos de las ondas cerebrales de los estudiantes dentro de sus aulas, por lo cual existe la necesidad de realizar estudios en esta área.

El dispostivo Neurosky

Las nuevas tecnologías como BCI, permiten a la psicología e incluso en la neurociencia aplicada a la educación el establecer acciones para cerrar algunas brechas en el campo de la educación, donde las analíticas de los aprendizajes brindan el potencial del sustento a un entendimiento más profundo del comportamiento de los estudiantes a medida que ellos aprenden en entornos educativos reales (Lodge y Corrin (2017) como se citó en Corona, Altamirano, López y González, 2019).

Los dispositivos EEG Mindwave de la marca NeuroSky son de bajo costo y son fáciles de manipular, estos dispositivos cuentan con un solo canal de lectura y frecuencia de muestreo. La frecuencia de muestreo más baja con la que operan es de 128 Hz o 256 Hz, pero no plantea ningún problema grave, ya que la señal cerebral se limita principalmente a 30Hz en lo que respecta a las aplicaciones BCI (Das et al., 2014).

Xu y otros (2018) presentan que se ha empleado el dispositivo de la marca NeuroSky en trabajos de investigación donde se encuentran involucrados el estudio de los niveles de atención en actividades tales como: procesos de lectura, análisis de las pautas de presentación de los materiales de aprendizaje, gamificación y comportamiento en entornos educativos digitales como e-learning.

El dispositivo BCI Mindwave consta de tres partes; su primer parte y principal es un hardware con un sensor EEG que lee la actividad exclusivamente en el lóbulo frontal, donde los datos de la actividad cerebral son leídos por un sensor seco EEG de un solo canal, el cual permite leer información fisiológica y se ubica en el lóbulo frontal. La segunda parte es un módulo bluetooth que funciona como tecnología de salida de datos al permitir el enlace con un equipo de cómputo y la tercera parte es una librería de software denominado Think Gear, la cual funciona como enlace entre el dispositivo para la recolección de datos y un equipo de cómputo; esta librería cuenta con su propia interfaz de desarrollo, lo que garantiza una flexibilidad.

Un estudio realizado por Rogers et al. (2016) informó que los datos de EEG derivados de un sistema Think Gear contenido dentro de un dispositivo de la marca Neurosky son comparables a los EEG registrados en un sistema convencional de laboratorio y son sensibles a las variaciones estándar de estados de procesamiento mental en reposo y activo.

Una herramienta que puede operar el BCI Mindwave es el software de uso libre Neuroexperimenter desarrollado por Mellender (2016) el cual atiende a este vacío y emplea la librería Think Gear para almacenar los datos de las señales alfa, beta, gama, delta, teta, en sus niveles altos y bajos, además de los niveles de atención y meditación en formatos CSV y R datos en cada sesión de lectura.

Dado que el BCI de la marca Neurosky posee una librería de desarrollo de software, se ha identificado que el software neuroexperimenter de Mellender (2016) es un complemento versatil para su uso en contextos de aula tradicional, al respecto Das et al. (2014) plantean que el software neuroexperimenter funciona como soporte para el dispositivo EEG de adquisición de datos, en otras palabras, este software funciona como un instrumento de apoyo de lectura de señales cerebrales.

Xu y otros (2018) indican que existen evidencias del uso del dispositivo BCI NeuroSky en los trabajos de investigación de los niveles de atención en procesos de lectura, pautas de presentación de los materiales de aprendizaje, gamificación, comportamiento en entornos educativos digitales como e-learning.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 315-328.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27502 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Las neurociencias en los contextos educativos

Immordino-Yang y Fischer (2009) plantean que los nuevos recursos tecnológicos que se han desarrollado para la investigación en las neurociencias traen nueva información y nuevos desafíos para la interpretación; para dar sentido a lo planteado por esta autora, es fundamental que los docentes comprendan la lógica y las limitaciones que proponen los nuevos desarrollos para la investigación de neurociencia.

El considerar el empleo de técnicas de neurociencias en contextos educativos, permiten entender los procesos de aprendizaje; Rodríguez (2008) destaca cuando la enseñanza se consuma al producir el significado del material que el profesor presenta al alumno, las técnicas EEG permiten abordar las investigaciones desde una integración constructiva, al conjuntar una interpretación del pensamiento, sentimiento y acción, siendo el resultado de esto una nueva percepción de la investigación educativa.

Goswami (2006) plantea que actualmente en la sociedad existe una buena voluntad de profesores y educadores hacia el descubrimiento y aplicación de las neurociencias, ya que están interesados en el tema, sienten que se tiene el potencial de hacer importantes descubrimientos sobre el aprendizaje humano y est*á*n ansiosos por aprender sobre estos descubrimientos. De igual manera Valderrama y Ulloa (2012) manifiestan que existe interés en la detección de estados mentales humanos a través del análisis de parámetros fisiológicos del cerebro.

La actividad cerebral proporciona datos neurofisiológicos, estos sirven como un rastro para el análisis de aprendizaje. Existen pocos aportes donde las trazas de la actividad fisiológica sean consideradas para investigaciones en aprendizajes; durante su ejercicio de investigación monitorearon la actividad cerebral de sujetos que hacían uso de juegos serios frente a un equipo de cómputo, con esta investigación Ninaus pudo identificar los estados cerebrales que están directamente asociados con el aprendizaje de ciertas actividades, para posteriormente mejorar el aprendizaje en sí. En su ejercicio empleó técnicas de neurociencias a fin de transferir los datos neurofisiológicos a datos numéricos para posteriormente hacer un análisis estadístico bajo un enfoque cualitativo (Ninaus et al., 2014).

Este tipo de mediciones fisiológicas llevadas a cabo dentro de un salón de clase son de valor significativo plantean McCain, Mustard y McCuaig (2012), ya que cuando se está en un grado de emoción, el cuerpo humano libera hormonas que preparan la disposición para la acción, por lo tanto para estar con un grado de atención significativo en una clase presencial tradicional, se necesita estar lo suficientemente excitados para estar alerta y comprometidos, lo que formula un estado esencial para el aprendizaje; por lo tanto se abre una oportunidad de investigación con sensores de bajo costo como los de la marca Neurosky, ya que ante una situación estresante para un sujeto, las glándulas suprarrenales, que forman el sistema nervioso y partes del córtex prefrontal del cerebro, son las que determinarán la forma del comportamiento

para responder a los estímulos externos que formulan la situación estresante, estos estímulos cerebrales operan mediante señales fisiológicas las cuales pueden ser leídas por un dispositivo BCI con un solo sensor de EEG.

Cuando se habla de aprendizaje, lo primero que viene a nuestra mente es el escenario de un salón de clase donde tienen encuentro un maestro y sus alumnos; para realizar sus procesos de aprendizaje el alumno emplea su cerebro, el cual es el lugar donde se manifiestan las emociones, entonces las emociones y los aprendizajes están relacionados. Desde una perspectiva biológica se puede definir al aprendizaje como el proceso que permite adquirir conocimiento sobre el mundo, el cual depende de la memoria, dado que ella es el proceso de retener y reconstruir este conocimiento en el tiempo (Aguilar, 2017).

Como soporte a lo anterior Goswami (2006) manifiesta que la buena práctica de la enseñanza puede verse socavada por factores cerebrales como la ansiedad por el aprendizaje, los déficits de atención y el escaso reconocimiento de las señales sociales. Todos estos factores perturban la capacidad de aprendizaje de un individuo y también tienen un efecto en otros estudiantes de la misma clase, por lo cual deben ser estudiados. En complemento Xu y otros (2018) plantean que por medio de las técnicas EEG, es posible que los profesores puedan identificar instantáneamente los niveles mentales de los estudiantes, y así llevar su práctica a hacerlos atentos y meditativos a fin de mejorar los efectos del aprendizaje.

La atención desde una perspectiva cognitiva y siguiendo el modelo de la teoría de procesamiento de la información, se puede analizar a partir de dos categorías principales; primero como habilidad para atender un momento determinado por la mayor cantidad de información posible. En este caso, la atención se considera como una acción que involucra una serie de habilidades para discriminar los estímulos relevantes de los irrelevantes, seleccionando el estímulo correcto y permanecer concentrado por un periodo prolongado; y segundo como habilidad para cambiar de una fuente de información a otra, esto es, tener la capacidad de cambiar de estímulo al completar una tarea, inhibiendo otros estímulos implicados (Cubero, 2006; Barrón, s/f, como se citó en Gavotto, 2015).

Gavotto (2015) al igual que Temoche (2014), plantean que estudiar la atención durante el proceso de enseñanza-aprendizaje implica reconocer que la educación es un proceso complejo, esto significa que no es posible predecir el comportamiento de las personas que están expuestas en este tipo de procesos, ni sus resultados, debido a que se presentan diversas situaciones y circunstancias que ponen en juego variables concomitantes.

Valderrama y Ulloa (2012) plantean que las emociones en sus contextos de acuerdo a diferentes dimensiones representa un trato afectivo, la validez de esto radica en la relación entre la característica fisiológica y la excitación debido a la activación del sistema nervioso automático cuando la emoción es generada, siendo así que al medir los niveles de atención y meditación mediante técnicas EEG se evitan interpretaciones subjetivas de percepciones y sustentar así las interpretaciones

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27502 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

mediante datos cuantitativos de la disponibilidad fisiológica de cada alumno para lograr alcanzar los aprendizajes; al interpretar estos resultados los datos obtenidos deberán servir como marco de referencia para que un profesor pueda tener un parámetro de referencia para conocer la eficiencia y eficacia de sus actividades frente al grupo.

Como se ha enmarcado en los anteriores párrafos existen vacíos en el uso de dispositivos BCI en contextos educativos presenciales, por tal motivo este artículo se enfoca en la medición individual de los estados mentales de atención y meditación en alumnos en un aula, con el fin de construir conjuntos de datos que permitan entender cómo las condiciones de aprendizaje afectan a un conjunto de alumnos dentro de un salón de clase mediante el uso de los instrumentos BCI y el software neuroexperimenter.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta metodología se consideró el uso de métodos mixtos bajo el método de triangulación de datos, donde según Tashakkori y Teddlie (2010) como se citó en Hamui-Sutton (2013), la metodología mixta tiene en su base estructural la posibilidad de buscar en los resultados las aplicaciones prácticas de los hallazgos. Por otro lado, estos mismos autores justifican que cuando se obtienen datos cuantitativos y cualitativos de manera sistémica existe la posibilidad de reconstruir los momentos, siempre y cuando los datos se recolecten bajo la consideración de una línea de tiempo común. Con fundamento en lo anterior es posible el emplear un dispositivo BCI para la adquisición de señales fisiológicas alfa, beta, gama, delta, teta, así como las señales de atención y meditación bajo la línea de tiempo que propone el software neuroexperimenter junto con la observación naturalista, siempre considerando la misma base de referencia del software a fin de que en una segunda etapa, se logre conjuntar los datos observados con los datos obtenidos por medio del dispositivo en una hoja electrónica de cálculo con recursos excel, esta actividad permite el interpretar los estados mentales y contrastarlos con los estímulos identificados en la actividad didáctica del profesor.

Una limitación operativa que considera la metodología planteada, es el instante de lectura de una sesión como un momento único e irrepetible, ya que los alumnos cuando ingresan al salón de clase lo hacen desde un contexto exterior, el cual puede influenciar el estado fisiológico o emocional de cada alumno; por otro lado las secuencias de contenidos presentadas por el profesor cambian en cada clase, esto lleva a tomar como una restricción propia de esta metodología y se consideren tiempos de lectura de 5 minutos de cada sujeto para poder realizar el registro de la actividad cerebral a un promedio de 8 alumnos por sesión.

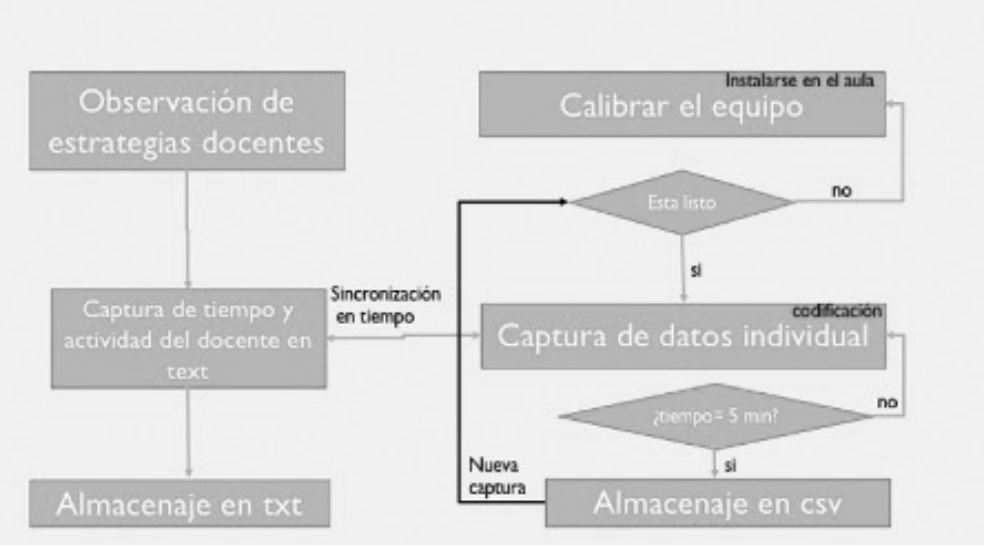
Una restricción que se tuvo para los sujetos que fueron considerados participantes fue el evitar usar lentes o aretes, ya que el sensor EEG de la marca Neurosky no realiza una lectura estable cuando el sujeto porta alguno de estos objetos. Todos los datos

obtenidos mediante el uso de la herramienta neuroexperimenter se organizaron en formato CSV, lo que permite una portabilidad de datos para su representación, así como para ser cargados en diversas herramientas de datos como R Estudio, Python o Excel para realizar procesos de analíticas.

El estudio presentado en este artículo se realizó dentro de las instalaciones de la División Académica de Informática y Sistemas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, la cual se ubica al sureste de México. Los datos obtenidos fueron realizados dentro de los espacios de un salón de clase, donde se incluyeron a alumnos de dos grupos de la licenciatura en sistemas computacionales en tiempos distintos. Los resultados atendieron situaciones específicas de la citada división académica, donde todos aceptaron participar de forma voluntaria en el ejercicio de investigación, dándoles en todo momento el anonimato.

En la figura 1 se muestran los pasos realizados para la sistemación de obtención de datos; con el fin de mantener el naturalismo en el grupo, se instaló un equipo de cómputo portátil dentro del aula, sin contaminar visual y contextualmente, por lo cual se ubica en la parte posterior del salón. Posterior a ello se deja iniciar su clase al profesor y se inicia la grabación de datos de la actividad cerebral de cada alumno, aplicando así lo planteado en la figura 1. Como se muestra, la toma de nota de la actividad desempeñada del docente permitió construir los datos cualitativos mientras que el dispositivo BCI construyó los datos cuantitativos, ambos datos se integraron bajo una misma línea de tiempo para crear así la triangulación de los niveles de atención logrados en los alumnos con su práctica docente.

Figura 1. Modelo de la sistematización para la adquisición de datos de señales fisiológicas



RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 315-328.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27502 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

El dispositivo BCI junto con el software neuroexperimenter son instrumentos que permiten la adquisición de datos, concretamente instrumentos EEG diseñados para leer la actividad cerebral (Das et al., 2014). Estos instrumentos permiten la creación de modelos de datos en formato CSV, en los cuales posteriormente se realizaron analíticas de datos.

Gracias a esta técnica se realizaron lecturas en dos salones de clase, donde en cada salón se tuvieron 4 alumnos y 4 alumnas como sujetos de estudio, los cuales produjeron más de 56000 datos, los cuales se estructuraron en señales alfa, beta1, beta2, gama1, gama2, teta, atención y meditación, estos fueron adquiridos dentro de su salón de clase estando los sujetos activos como alumnos en sus respectivas sesiones de clase.

Los datos reportados en este artículo tienen naturaleza en los alumnos involucrados en el estudio, producto de las etapas de recopilación y procesamiento de datos en tiempo real, para construir los conjuntos de valores de las señales alfa, beta, gama, delta, theta, así como los datos de atención y meditación que se obtienen mediante el sensor seco de EEG, por medio de los datos adquiridos se logró construir un conjunto de datos que describan las realidades representadas en datos numéricos de los eventos manifestados en los alumnos durante el proceso de aprendizaje, por medio del comportamiento del alumno en su contexto del aula. Al ser datos obtenidos del contexto físico por mediaciones de recursos tecnológicos Amo y Santiago (2017) declaran que, por la naturaleza misma, se les pueden llamar como datos multimodales.

RESULTADOS

Al tener las representaciones de los datos provenientes de la actividad fisiológica y de las actividades del docente, de una forma sistematizada se puede llegar a beneficiar a los docentes con la retroalimentación, ya que las series de tiempo con los datos representados son creados a partir de los efectos producidos en sus alumnos. Este resultado integra las observaciones y las señales fisiológicas bajo una misma base de tiempo. Para esta investigación, la medición de los niveles de atención y meditación de los alumnos en un contexto educativo de forma voluntaria, son la base naturalista; según Glejzer (2017) la atención es básica para llevar a estados mentales o cognitivos propicios para los procesos de aprendizaje

En el estudio se generaron conjuntos de datos de las señales de atención y meditación por cada alumno para realizar el estudio, los cuales representaron en rangos de 0 a 100, bajo esta estructura de manera general se llegaron a tener los niveles de atención y meditación. Adicionalmente, se realizó la lectura de las actividades fisiológicas producidas por alfa, beta, teta, delta y gama, las cuales reflejan la intensidad de los procesos cognitivos durante la sesión de clase.

El fabricante del dispositivo NeuroSky, tiene establecidas métricas de los niveles de atención bajo el esquema de las métricas eSense, donde define que los valores

de atención son representados en escala de 0 a 100, donde los rangos de 40 a 60 indican que el sujeto está en un estado natural de cognición, mientras que los rangos de 60 a 80 revelan un nivel alto de atención y los rangos de 80 a 100 son niveles muy elevados de atención.

Para este estudio de dos grupos de clase se conjuntaron más de 56000 datos de los cuales 4340 representan los datos de atención y meditación producto de actividad fisiológica en 16 alumnos durante una lectura de 5 minutos para cada uno. Cada dato individual representa un caso e integra la información de las cinco señales fisiológicas, así como las mediciones de atención y meditación. En la interpretación de datos que se muestran en la tabla 1 se identifica que en la mayoría de los casos los hombres manifestaron una persistencia en niveles bajos de atención durante su participación en la clase, lo cual no representa que estuvieran desatendiendo al curso de manera continua.

Tabla 1. Resultados de los niveles de atención y meditación de los grupos 1 y 2

Grupo 1	alumna				alumno				Promedio
	1	2	3	4	1	2	3	4	
atención	48.36	53.49	28.33	64.05	25.87	20.87	48.4	35.56	40.61625
meditación	45.49	53.47	53.88	51.9	63.29	65.21	49.06	29.39	51.46125
Grupo 2	alumna				alumno				Promedio
	1	2	3	4	1	2	3	4	
atención	48.34	37.78	28.33	64.14	39.24	45.4	20.87	35.66	39.97
meditación	45.61	53.47	53.88	51.89	45.88	49.05	65.22	22.99	48.49875

Las lecturas de los niveles de atención y meditación cobran alto valor al ser analizados bajo el uso de la métrica eSense, esto debido a que desde las especificaciones del fabricante del dispositivo BCI se definen rangos propios para aplicar métricas de niveles de atención y meditación. Este fabricante declara que mediciones entre 40 a 60 corresponden a un rango medio de actividad considerado como nivel neutro. Con los parámetros eSense entonces se pueden interpretar que los datos que están entre rango de 40 y 60 en la escala de cero a 100 de atención y meditación son rangos normales de la actividad; por lo tanto las lecturas de los alumnos del grupo uno predominantemente están en un rango normal, sin embargo la alumna 3 y los alumnos 1, 2 y 4 presentan valores por debajo del rango normal, que acuerdo con las métricas del sensor EEG, por estar en el rango de valores entre 20 y 40, estos valores indican que los alumnos pueden estar en estados de distracción, agitación o anormalidad y por ser un valor promedio, se puede sustentar que este fue el estado predominante en los 5 minutos de lectura.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 315-328.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27502 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Para el grupo dos, sin embargo, la alumna tres y el alumno tres presentan estados de distracción o agitación de forma similar a la del grupo 1, dando así esos comportamientos fuera de lo normal con el resto de los grupos.

Por lo tanto, bajo el enfoque de valores promedio podemos decir que en el grupo uno se tuvieron más estudiantes bajo un estado de distracción y letargo mientras que en el grupo dos únicamente dos estudiantes una mujer y un hombre son los que tuvieron en promedio este comportamiento de distracción total. Dado que los datos son obtenidos de la actividad fisiológica de los estudiantes, esto da un nivel de certidumbre mayor, ya que durante la observación natural no se observó este tipo de comportamiento en los alumnos identificados, por lo tanto, los datos fisiológicos dan un sustento del estado que predominan en el salón de clase.

En los valores promedios totales de cada grupo se puede ver que los valores están por un nivel superior a 40, sin embargo, es necesario aclarar que para los niveles de meditación no es necesario tener una interpretación directa como un letargo tal cual, ya que los niveles de meditación son necesarios para hacer llamados a los procesos de memoria por ejemplo.

CONCLUSIONES

Al introducir las técnicas de electroencefalografía para la medición de los niveles de atención y meditación por medio de la actividad fisiológica de cada alumno permite aperturar una nueva alternativa para conocer el verdadero estado de un alumno en una clase de corte tradicional, ya que estas mediciones en combinación con la observación natural permiten construir interpretaciones con un alto nivel de fidelidad lo que sucede verdaderamente en una clase. Estas lecturas resultan un aporte al proporcionar un nuevo referente para conocer el estímulo que representa la práctica docente para conocer que tanto provoca en el estado de un alumno su disponibilidad para evocarse en procesos de aprendizaje dentro del aula en una sesión de clase presencial.

Por otro lado, dada la naturaleza de los datos empleados en este estudio, se puede decir que se tiene una mayor certidumbre y el sesgo de la subjetividad de la respuesta escrita o verbal por parte del estudiante deja de ser un parámetro de contaminación o tendencia al medir, debido a que el estado fisiológico con el sensor EEG mide el estado mental bajo el cual está operando el cerebro en una clase, siendo este un proceso relevante al abrir una nueva área de oportunidad para la investigación educativa.

REFERENCIAS

Aguilar, F. (2017). *Memoria para optar al grado de doctor bajo el programa de Neurociencias. Implicación de las células gliales de microglía y astroglía en los procesos de aprendizaje y memoria de reconocimiento de objetos*. Universidad

Pablo de Olavide Facultad de Ciencias Experimentales Departamento de Fisiología, Anatomía y Biología Celular. Sevilla España.

Amo, D., y Santiago, R. (2017). *Learning Analytics. La narración del aprendizaje a través de los datos*. Editorial UOC.

Bello, R. (2016). *Neurociencias Aplicadas A La Educacion*. Publicación de la Universidad Católica Santo Domingo. República Dominicana. https://www.researchgate.net/publication/288832530_Neurociencias_Aplicadas_a_la_Educacion

Corona, A., Altamirano, M., Ortega, M. D. L. Á., y González, O. A. G. (2019). Analítica del aprendizaje y las neurociencias educativas: nuevos retos en la integración tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación, 80*(1), 31-54. https://doi.org/10.35362/rie8013428

Das, R., Chatterjee, D., Sinharay, A., y Sinha, A. (2014). Cognitive Load Measurement - A Methodology to Compare Low Cost Commercial EEG Devices. *Advances in Computing, Communications and Informatics, ICACCI International Conference. IEEE*. (pp. 1188-1194). https://doi.org/10.1109/ICACCI.2014.6968528

Gavotto, O. (2015). Fundamentos neuropedagógicos para mejorar la atención de los estudiantes en el proceso educativo. *Revista Digital de Investigación Educativa Conect@2* Año VI, 11.

Glejzer, C. (2017). *Las bases biológicas del aprendizaje*. Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires. https://bit.ly/2Y6Sjfo

Gómez, M., Vázquez, E. (2018). *¿Qué son las neurociencias? TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 5*(9). https://doi.org/10.29057/estr.v5i9.2976

Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature reviews neuroscience*, *7*(5), 406-413. https://doi.org/10.1038/nrn1907

Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *Investigación en educación médica*, *2*(8), 211-216. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000400006&lng=pt&tlng=es. https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72714-5

Hassib, M., Schneegass, S., Eiglsperger, P., Henze, N., Schmidt, A., y Alt, F. (2017). *EngageMeter: A system for implicit audience engagement sensing using electroencephalography*. In Proceedings of the 2017 Chi conference on human factors in computing systems (pp. 5114-5119). https://doi.org/10.1145/3025453.3025669

Immordino-Yang, M. H., y Fischer, K. W. (2009, in press). *Neuroscience bases of learning*. In V. G. Aukrust (Ed.), *International Encyclopedia of Education*, 3rd Edition, Section on Learning and Cognition. Oxford. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.00500-5

Linarez-Placencia, G., Espinoza-Castelo, l. M., y Pimentel-Félix, A. (2019). *Neurociencia y eneagrama: Reconfigurando los equipos de trabajo Neuroscience and enneagram: Reconfiguring work teams*. Revista de Pedagogía, *3*(8), 6-16. https://doi.org/10.35429/JCP.2019.8.3.6.16

McCain, M., Mustard, F., y McCuaig, K. (2012). *Capítulo 2 Vida temprana y aprendizaje, comportamiento y salud*. Capítulo 21 del libro Early Years Study 3: Making decisions. Takingactions. Segunda Edición.

Mellender, F. (2016). *neuroexperimenter* (No de versión 4). Windows. Mellender.

MindWave *eSense(tm) Meters*. (2009). http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=esenses_tm#esense_tm_meters

Ninaus, M., Kober, S. E., Friedrich, E. V., Neuper, C., y Wood, G. (2014). The potential use of neurophysiological signals for learning analytics. *In 2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)* (pp. 1-5). IEEE. https://doi.org/10.1109/VS-Games.2014.7012169

Rogers, J. M., Johnstone, S. J., Aminov, A., Donnelly, J., y Wilson, P. H. (2016). Test-retest reliability of a single-channel, wireless EEG system. *International Journal of Psychophysiology, 106*, 87-96. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.06.006

Sezer, A., İnel, Y., Seçkin, A. Ç., y Uluçınar, U. (2015). An investigation of university students' attention levels in real classroom settings with neurosky's mindwave mobile (EEG) device. *In Intenational Educational Technology Conference,* İstanbul, Turkey (pp. 27-29).

Rodríguez, M. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Editorial Octaedro.

Torres, F., Sánchez, C., y Baus, K. P. (2014). Adquisición y análisis de señales cerebrales utilizando el dispositivo MindWave. *Actas del Congreso de Reconocimiento de Patrones, Control Inteligente, Comunicaciones e Ingeniería Biomédica, 5*, 83-93.

Temoche, F (2014). *Libro electrónico Neurociencia Cognitiva. Neurociencia: la ciencia del sistema nervioso*. https://es.scribd.com/document/235167245/Neurociencia-Cognitiva-Dr-Francisco-L-Temoche-Ruiz

Valderrama C., y Ulloa, G. (2012). Análisis espectral de parámetros fisiológicos para la detección de emociones. *Sistemas & Telemática, 10*(20), 27-49. https://doi.org/10.18046/syt.v10i20.1148

Xu, T., Zhou, Y., Wang, Z., y Peng, Y. (2018). Learning emotions EEG-based recognition and brain activity: A survey study on BCI for intelligent tutoring system. *Procedia computer science, 130*, 376-382. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.056

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Arturo Corona Ferreira. Es Doctor en Educación con TAC por la Universidad Virtual del Estado de Michoacán y profesor Investigador en la UJAT (México), líder del cuerpo académica de Innovación con TAC y coordinador del programa de estudios de la Maestría en TAC en la UJAT. https://orcid.org/0000-0002-7353-0825
E-mail: maestrocorona@gmail.com

Dirección:
Universidad Virtual del Estado de Michoacán
Defensor de Chapultepec 1175
Reserva de Guadalupe, C.P. 58147
Morelia, Michoacán (México)

Mijael Altamirano Santiago. Es doctor en ciencia política y sociología por la Universidad Complutense de Madrid y profesor investigador del Centro de Investigaciones Económicas Administrativas y Sociales y miembro de núcleo académico de la maestría en ciencias en metodología de la ciencia en el mismo instituto dentro del Instituto Politécnico Nacional (México). https://orcid.org/0000-0001-5194-2944
E-mail: xhuni@yahoo.es

Dirección:
Privada de Nicolás San Juan 621 casa 12
colonia Del Valle CP 03100
alcaldía Benito Juárez Ciudad de México (México)

María de los Ángeles López Ortega. Doctora en Investigación Psicoanalítica, Doctora en Arte y Cultura, Maestra en Psicoterapia Humanista, Licenciada en Psicología y Licenciada en Administración de Empresas. Autora de 8 libros, de capítulos de libros y artículos. Miembro fundador de la Asociación Michoacana de Psicólogos y Psicoterapeutas (AMIPSI). https://orcid.org/0000-0002-1435-8009
E-mail: angie225@hotmail.com

Dirección:
Universidad Virtual del Estado de Michoacán
Defensor de Chapultepec 1175
Reserva de Guadalupe, C.P. 58147
Morelia, Michoacán (México)

Fecha de recepción del artículo: 13/05/2020
Fecha de aceptación del artículo: 03/07/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 29/08/2020

Estudios e Investigaciones

I.S.S.N.: 1138-2783

Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios

(Distance Education in COVID-19's period: An Analysis from the perspective of university students)

Eva Pérez-López
Alfonso Vázquez Atochero
Santiago Cambero Rivero
Universidad de Extremadura, UNEX (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855

Cómo referenciar este artículo:
Pérez-López, E., Vázquez Atochero, A., y Cambero Rivero, S. (2021). Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 331-350. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855

Resumen

Este artículo sitúa el foco de interés en los estudiantes de las universidades presenciales y en los modelos de enseñanza a distancia (ED) implementados durante el periodo de confinamiento causado por la crisis del COVID-19. Los objetivos son analizar la incidencia del contexto personal y familiar en la equidad digital, identificar el modelo de enseñanza recibido, y conocer su valoración y percepción sobre este modelo. La investigación obedece a un estudio mixto de alcance descriptivo en el que se combinan métodos cualitativos y cuantitativos. En primer lugar, se realizó un cuestionario a estudiantes de la Universidad de Extremadura (UEx) (n= 548) y *a posteriori* se efectuaron entrevistas *online* a miembros del equipo de gobierno de la universidad. Los resultados indican que los estudiantes procedentes de familias con un nivel formativo bajo tienen menos oportunidades de uso de tecnologías digitales. Las clases virtuales que han recibido han consistido esencialmente en presentaciones subidas al campus virtual con interacciones asíncronas. La valoración negativa que hacen de la enseñanza a distancia se explica por la inversa relación percibida entre dedicación al estudio y rendimiento académico y por falta de adaptación de los docentes a las circunstancias personales y académicas de los estudiantes. En conclusión, se determina que la universidad debe transitar hacia modelos más colaborativos y centrados en el estudiante.

Palabras clave: COVID-19, enseñanza superior; educación a distancia; equidad digital; estudiantes universitarios.

Abstract

This paper focuses on the students of traditional face-to-face universities and on the implemented distance learning models during the lockdown period caused by the COVID-19' crisis. We aim here to analyze the impact of the personal and family context on digital equity, to identify the teaching model received, and to know their assessment and perception of this model. The research is a mixed study of descriptive scope in which qualitative and quantitative methods are combined. Firstly, a survey was carried out with students from the University of Extremadura (n=548) and, then, online interviews were conducted to members of the university governance. The results indicate that students from families with a low educational level have fewer opportunities to use digital technologies. Virtual lessons, which students have received, have essentially been based on presentations uploaded to the virtual campus with asynchronous interactions. The negative assessment of distance learning is explained by the apparent reverse relationship between time spent studying and academic performance and by the lack of teachers' adaptation to students' personal and academic circumstances. In conclusion, the university must move towards more collaborative and student-centered models.

Keywords: COVID-19; higher education; distance education; digital equity; university students.

A partir de la declaración de pandemia por COVID-19 establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020, prácticamente todos los países del mundo comenzaron a aplicar planes de preparación y respuesta a fin de tratar de controlar los efectos de este «ejército invisible», al decir de Harari (2016), en la población. Atendiendo a las recomendaciones de la OMS, el Gobierno de España decretó la limitación de la movilidad de las personas y la separación física en el ámbito social y laboral.

En tales condiciones, las universidades se vieron abocadas a la suspensión de los procesos de enseñanza-aprendizaje en su modalidad presencial y su continuidad en formato virtual. Así, además de los retos que venía enfrentando la universidad, esta precipitada transición la ha sometido a una prueba de estrés evidenciando uno de sus déficits estructurales, la equidad tanto en el acceso como en el progreso de la trayectoria académica (Ariño et al., 2019).

Las universidades presenciales tuvieron que migrar de forma urgente a lo que Hodges et al. (2020) han dado en llamar «enseñanza remota de emergencia». Muchas dosis de voluntarismo por parte de los docentes convirtieron los espacios de sus hogares en improvisadas aulas, al tiempo que, obligados por las circunstancias, se adentraron en el entorno de las tecnologías educativas. En la otra cara de la moneda se encontraban los estudiantes que sumaron a la incertidumbre propia de la extraordinaria situación, la de tener que enfrentarse y adaptarse a una modalidad telemática que exigía de ellos mayor compromiso y disciplina (UNESCO, 2020).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 331-350.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Aunque es prematuro aventurar las secuelas educativas que a medio y largo plazo puede haber provocado el coronavirus, no lo es tanto señalar el agravamiento de las desigualdades en el caso de estudiantes cuyas familias poseen un escaso capital económico o cultural, como ponen de manifiesto diversos Organismos Internacionales (Banco Mundial, 2020; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2020; Organización de Estados Iberoamericanos [OEI], 2020; UNESCO, 2020; Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2020). En definitiva, los colectivos más damnificados por esta pandemia están siendo los más alejados de la cultura escolar, que pasa a ser también una cultura digital, «la cultura escolar de la era digital» (Beltrán Llavador et al., 2020, p. 94).

Si bien esta crisis está dejando a su paso un reguero de interrogantes en relación con el futuro de la educación, muchos de ellos seculares, no es menos cierto que nadie duda de que ésta va a cambiar, otra cosa será en qué dirección lo haga. Tome el rumbo que tome, es imprescindible analizar la calidad de la enseñanza remota recibida y las dificultades personales y académicas que han enfrentado los estudiantes a fin de disponer de diagnósticos basados en evidencias que permitan a las autoridades universitarias diseñar escenarios educativos en el corto y medio plazo.

MARCO TEÓRICO

Partimos de la premisa, como afirman Zubillaga y Gortazar (2020), de que la educación a distancia implica la planificación y el diseño de experiencias de enseñanza y aprendizaje *online*. Sin embargo, la celeridad con la que las instituciones de educación superior tuvieron que adoptar la medida del cierre de las aulas no dejó margen de maniobra para realizar estas tareas, de ahí el concepto de enseñanza remota de emergencia. Siguiendo las recomendaciones de la Red Española de Agencias de Calidad Universitaria (REACU, 2020) se adopta la terminología Educación o Enseñanza 'A Distancia'; no obstante, dado que en la literatura científica se suelen manejar también los términos *e-learning* o enseñanza *online*, los emplearemos indistintamente a lo largo del texto.

La ED posee una naturaleza y alcance complejos al implicar una amplia gama de formas no tradicionales de enseñanza y aprendizaje. En líneas generales, es una enseñanza que ocurre lejos del lugar del aprendizaje, requiere el uso de tecnologías (Moore y Kearsley, 2012), permite una gestión flexible del tiempo y otorga mayor autonomía al alumnado (Vlachopoulos y Makri, 2019).

Existen ya evidencias que señalan que el cierre de centros educativos causado por el COVID-19 ha agrandado la desigualdad de oportunidades, de manera singular en aquellas familias que poseen un capital sociocultural y económico bajo (Cabrera, 2020; Cabrera, Pérez y Santana, 2020). Los factores que actúan como agravantes de la desigualdad socioeducativa son los relacionados con la tipología de hogares de los estudiantes (composición familiar, número de hijos, niveles educativos de las madres y/o los padres) y los recursos de los que disponen para el seguimiento de la ED.

En este sentido, Cabrera (2020) constata, para el caso español, que el alumnado de familias desfavorecidas, de centros públicos y del sur (incluyendo Galicia y Canarias) han sido especialmente afectados por la suspensión de las clases presenciales. Añade, además, que los desiguales niveles de renta, los diferentes niveles de estudio de las familias y las tipologías del hogar son determinantes en el acceso a un modelo educativo virtual telemático.

Para evitar la desigualdad digital, no solo es importante disponer de equipamiento tecnológico y conectividad sino el tipo de ordenadores que poseen los estudiantes –uso propio o compartido con otros familiares o con otros estudiantes– y el tipo de conectividad –fibra óptica, ADSL, etc. – (Fernández Enguita, 2016). Pese a los esfuerzos institucionales, al menos en lo que a acceso a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se refiere, las inequidades en las aulas universitarias persisten (Alva, 2014) y, con ellas, diferentes perfiles tecnológicos. Toda esta amalgama de realidades genera un ecosistema «plurimodaltic» (Sevillano-García et al., 2016) que impacta de forma directa en la igualdad de oportunidades educativas.

A efectos de esta investigación consideramos dos elementos claves en la ED, en primer lugar, la interacción (síncrona o asíncrona) entre estudiantes y docentes; y, en segundo lugar, los recursos pedagógicos utilizados por estos últimos en las clases remotas.

Como ponen de manifiesto distintos estudios, uno de los elementos centrales de la educación *online* es la interacción entre el estudiante y el docente (Francescucci y Rohani, 2018; Hogg y Lomicky, 2012; Ragusa, 2017; Strang, 2013; Watts, 2016), en la que no solo es importante la cantidad (Castaño-Muñoz et al., 2014) sino también la calidad de la interacción (Brodie et al., 2013; Goldman, 2011). La evidencia empírica señala los beneficios del aprendizaje síncrono en el sentido de que proporciona más inmediatez que el asíncrono (Baker, 2011; Chakraborty y Nafukho, 2015; Francescucci y Rohani, 2018) y rompe la sensación de aislamiento al generar un sentimiento de pertenencia (Ragusa, 2017; Watts, 2016; Yang y Liu, 2007), además de mejorar el rendimiento (Duncan et al., 2012). Otros autores, sin embargo, respaldan en sus conclusiones las preferencias de los estudiantes por un modelo de interacción que combine modos síncronos y asíncronos porque optimizan la experiencia del aprendizaje (Falloon, 2011; Giesbers et al., 2013; Hrastinski, 2008; Moallen, 2015).

Gracias a la proliferación de plataformas tecnológicas de apoyo a la docencia, se ha ido asentando progresivamente un modelo *blended-learning* en la enseñanza universitaria (Llorente y Cabero, 2009) caracterizado por una combinación entre procesos de enseñanza-aprendizaje presenciales con otros virtuales (Fariña-Vargas et al., 2013) que permite generar situaciones de aprendizaje diversas.

A pesar de que las aulas virtuales admiten, a través de múltiples herramientas –presentaciones, vídeos, blogs, *Webquest*, foros de discusión, de novedades o de dudas, redes sociales, tareas, *wikis*, etc. –, la gestión de contenidos e información, la promoción de la comunicación y la colaboración, la realización de tutorías, además

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 331-350.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

de la evaluación, su uso es poco frecuente en el desarrollo de las actividades docentes (Marcelo-García et al., 2015) y, en todo caso, se limita al uso básico de recursos para mantener el modelo pedagógico del profesor como transmisor de contenidos (Maor y Currie, 2017). De ahí que los correos electrónicos, las presentaciones visuales, los entornos o plataformas virtuales y las herramientas para intercambio de archivos sean las herramientas de mayor uso (Mercader y Gairín, 2017; Prendes, 2010), dejando un amplio abanico sin explorar (Mercader, 2019).

METODOLOGÍA

Esta investigación persigue conocer el modelo de enseñanza a distancia que han recibido los estudiantes de la UEx como consecuencia de la suspensión de las clases presenciales. A partir de la revisión de la escasa literatura existente sobre los impactos de la crisis sanitaria en el ámbito de la educación superior, consideramos la pertinencia de realizar un estudio que contribuya al diseño y planificación de decisiones en el ámbito universitario ante la incertidumbre que sigue generando la evolución del COVID-19. Así, se plantean los siguientes objetivos: 1) analizar la incidencia del contexto personal y familiar de los estudiantes en la equidad digital; 2) identificar el modelo de enseñanza a distancia implementado; y 3) conocer la percepción y valoración que hacen los estudiantes de este modelo.

Características de la muestra

La representatividad de la muestra para un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% requería un tamaño muestral n=377; sin embargo, la investigación que se presenta tiene un tamaño muy superior (n=548). La población del estudio la forman 383 mujeres (69,9%) y 165 hombres (30,1%), con una media de edad de 22 años. El intervalo de edad 18-22 años es el que tiene mayor peso (68,6%) coincidiendo con el rango etario promedio de 21,9 años. Las titulaciones de Grado en las que están matriculados los estudiantes se agrupan en cinco áreas de conocimiento y se añade la categoría genérica máster en la que se incluyen los estudiantes de Posgrado. El mayor porcentaje de estudiantes, 35%, se concentra en el área de Ciencias Sociales y Jurídicas, seguido de un 32,3% en el área de Ciencias de la Salud. De las 62 titulaciones de Grado que ofrece la UEx, prácticamente están todas representadas salvo cinco: Administración y Gestión Pública, Ciencias Ambientales, Podología, Psicología e Ingeniería Geométrica y Topografía.

Instrumentos de recogida de datos

Se realizó una investigación mixta de alcance descriptivo en la que se combinaron métodos cualitativos y cuantitativos. Los primeros consistieron en dos entrevistas,

estructurada y semiestructurada, al vicerrector de Transformación Digital y a la vicerrectora de Estudiantes, respectivamente. En cuanto a los métodos cuantitativos, se diseñó un cuestionario *exprofeso* cuya validación se sometió al juicio de seis expertos que valoraron su univocidad y pertinencia. Las aportaciones de los expertos conllevaron el ajuste de algunos ítems. Para comprobar la consistencia interna se utilizó el Alfa de Cronbach que dio una puntuación de .815.

La encuesta se elaboró a través de la herramienta de Formularios de Google para permitir el envío masivo y una posterior retroalimentación *online* de los datos. Constaba de veintiséis preguntas estructuradas de las cuales catorce se referían a datos personales y sociodemográficos (edad, sexo, estado civil, curso en el que están matriculados, titulación en la que cursan estudios, etc.). Las restantes se agrupaban en cuatro dimensiones: 1) Datos contextuales, con el fin de conocer las circunstancias personales en la que los estudiantes estaban viviendo el confinamiento. Así, por ejemplo, se preguntaba por la situación laboral antes y después de decretarse el estado de alarma, por el domicilio de residencia, es decir, si se encontraban en un domicilio propio, familiar, compartido con otros estudiantes, segunda residencia u otros, y por el tamaño del municipio en el que vivían durante el confinamiento; 2) Disponibilidad de recursos tecnológicos para el seguimiento de las sesiones de enseñanza virtual: equipamiento informático, conectividad, calidad de la conexión, etc.; 3) Modelo de ED recibida: consistía en preguntas con escala tipo Likert sobre tipo de herramientas digitales usadas por los docentes y forma de interacción síncrona o asíncrona; y, 4) Percepción y valoración de los estudiantes sobre la docencia virtual, que agrupaba también preguntas con escala tipo Likert.

La recogida de datos se inició a finales de abril, habiendo transcurrido más de un mes desde la publicación de la resolución rectoral que dictaba la impartición de la docencia en régimen no presencial, y se prolongó hasta mediados del mes de mayo, después de que se diera a conocer a los estudiantes los nuevos criterios a aplicar en la evaluación final.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Los hallazgos que se presentan a continuación parten del análisis del cuestionario y las entrevistas. Éstas últimas permiten complementar algunos de los resultados obtenidos a través del cuestionario. Los datos estadísticos se analizaron con el programa SPSS versión 22.0.

Incidencia del contexto personal y familiar de los estudiantes en la equidad educativa

La mayoría de los estudiantes encuestados (92%) están solteros y no tienen hijos (99%), confirmando así el grupo etario juvenil. En cuanto a su situación laboral también el 92% se incluye en la categoría ‘estudiante’ y, por tanto, no dispone de

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 331-350.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

empleo ni antes ni durante el confinamiento. Si antes de empezar la crisis sanitaria un 5% afirma tener empleo por cuenta ajena, durante el confinamiento este dato se reduce al 2,4% y un 2% pasa a formar parte de un Expediente de Regulación Temporal de Empleo.

Teniendo en cuenta los datos anteriores, no es de extrañar que el 77% resida en el hogar familiar durante el confinamiento, frente a los que dicen hacerlo en el domicilio particular (9%) o en una vivienda compartida (9%). Atendiendo al tamaño del municipio de procedencia, los estudiantes se distribuyen fundamentalmente entre municipios de entre 1.000 y 5.000 habitantes (22%) y localidades de más de 100.000 (21,8%). En términos absolutos, el porcentaje de estudiantes que ha vivido el confinamiento en el entorno rural (54.6%) es mayor que el que lo ha hecho en el urbano –localidades de más de 30.000 habitantes– (45,4%).

El nivel formativo de los padres y/o madres oscila entre dos extremos: en uno se sitúan aquellos progenitores con estudios superiores (28% de madres y/o 24% de padres) y, en el otro, los que carecen de estudios (2% de madres y/o 5% de padres). Entre este rango están las madres y/o padres con Estudios Primarios (13% madres y/o 17% padres), con titulación en Educación Secundaría 1ª etapa (18% madres y/o 15% padres), en Educación Secundaría 2ª etapa (18% madres y 13% padres), y en Formación Profesional (16% en ambos casos). Agrupando los porcentajes de estudiantes cuyos ascendentes están graduados en Secundaria 2ª etapa, Formación Profesional o estudios universitarios, se obtiene que el 62% de madres y 53% de padres poseen un nivel de formación medio y alto, frente a las familias que carecen de estudios, o solo han alcanzado los Estudios Primarios o la Educación Secundaria 1ª etapa, 35%.

El tipo de equipamiento tecnológico con el que los estudiantes realizan el seguimiento de la ED es, por este orden: ordenador portátil propio (73,2%); ordenador portátil compartido (16,8%); ordenador de escritorio propio (4,2%); *smartphone* personal (2,2%); ordenador de escritorio compartido (2,0%), tableta propia (1,5%) y tableta compartida (0,2%). Frente al 79% de los estudiantes que pueden hacer un uso individual de su equipamiento tecnológico, existe un 21% que, o bien lo comparte con otros miembros de la unidad familiar (19%) o bien las condiciones de acceso están limitadas a las prestaciones que les ofrece la pequeña pantalla de su teléfono móvil (2%). El cruce de variables relativas al equipamiento tecnológico y el nivel educativo de las familias (tabla 1) reporta que poseen portátil propio el 17,5% de los estudiantes cuyos padres son titulados superiores y el 19% cuyas madres tienen esa misma graduación universitaria. Este dato contrasta con el de aquellos estudiantes con idéntico equipamiento y cuyos ascendentes carecen de estudios, solo un 3,6% de estudiantes, en el caso de padres sin estudios, y un 1,1%, en el de madres sin estudios.

Tabla 1. Equipamiento tecnológico de los estudiantes en relación con el nivel de estudios de su(s) madre(s) y/o padre(s)

	Superiores		Secundaria 2ª etapa		Formación Profesional		Secundaria 1ª etapa		Primaria		Sin estudios		Otros		Prefiero no contestar	
	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre
Ordenador de escritorio propio	7	9	2	0	9	8	0	1	2	3	1	1	0	0	2	1
Ordenador de escritorio compartido	2	3	1	1	0	0	0	0	2	1	0	2	4	3	2	1
Ordenador portátil propio	96	104	55	71	59	71	69	82	67	48	20	6	10	7	25	12
Ordenador portátil compartido	21	28	14	19	14	6	11	16	16	15	5	1	4	4	7	3
Tableta propia	4	3	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Tableta compartida	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Smartphone personal	1	4	0	2	2	0	1	0	5	4	0	0	1	1	2	1
Total	131	151	74	97	86	87	81	99	92	71	26	10	20	15	38	18

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al acceso a Internet (tabla 2), el 54,2% se conecta mediante fibra óptica propia; el 24% a través de ADSL propia; un 6,6% lo hace con fibra óptica compartida; un 6,2% utiliza los datos de alta velocidad de su móvil; un 3,6% también accede a través de los datos (baja velocidad) de su móvil; el 3,5% cuenta con ADSL compartida; un 1,6% utiliza otras formas de conexión; y, finalmente un 0,4% no posee ningún tipo de conectividad. Estos datos reflejan la misma tendencia que muestra la tabla 1; esto es, el porcentaje de los que disponen de conectividad propia (78,2%) respecto a los que, o bien comparten la conectividad (10,1%), o utilizan los datos de su móvil (9,8%) o carecen de ella (0,4%).

Al analizar los datos de conectividad en función del nivel de estudios de las familias, se vuelve a corroborar que en aquellos hogares donde alguno de los miembros de la unidad familiar posee estudios superiores, la disponibilidad de fibra óptica propia (16%) está por encima de los hogares en los que alguno de los miembros o los dos no tienen estudios (1,4%). Lo mismo puede decirse en relación con aquellos estudiantes que disfrutan de ADSL propia: si el 4,4% de los que tienen este tipo de conexión son hijos de familias con estudios superiores, el 0,7% procede de familias sin estudios.

Tabla 2. Conectividad en función del nivel de estudios de madres y/o padres

	Superiores		Secundaria 2ª etapa		Formación Profesional		Secundaria 1ª etapa		Primaria		Sin estudios		Otros		Prefiero no contestar		
	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	
Fibra **óptica** propia	84	92	39	47	52	53	39	46	38	41	12	3	11	6	22	9	**297**
Fibra **óptica** compartida	12	8	5	11	6	7	3	1	5	4	2	2	0	2	3	1	**36**
ADSL propia	18	30	16	23	23	18	26	37	32	15	6	2	3	2	7	4	**131**
ADSL compartida	4	4	1	3	3	4	5	5	3	1	2	1	0	1	1	0	**19**
Conexión datos móvil (alta velocidad)	9	11	9	9	2	2	4	6	5	3	0	0	3	1	2	2	**34**
Conexión datos móvil (baja velocidad)	2	2	4	4	0	2	3	2	6	5	0	0	3	3	2	2	**20**
Otras	2	2	0	0	0	1	0	2	3	2	3	2	0	0	1	0	**9**
No dispone de conexión	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**2**
TOTAL/2	131	151	74	97	86	87	81	99	92	71	26	10	20	15	38	18	**548**

Fuente: Elaboración propia

Modelo de enseñanza a distancia

El cuestionario preguntaba a los estudiantes sobre el tipo de recursos utilizados por los docentes en la modalidad de ED e incorporaba en todos los ítems relacionados con este tema las formas de interacción profesorado-alumnado (síncrona o asíncrona), en caso de haberlas.

Los datos (tabla 3) proyectan que 'todos' o 'la mayoría' de docentes acuden preferentemente a las presentaciones para impartir ED, ya sea de forma asíncrona (44,3%), síncrona (15%) o sin ningún tipo de interacción (19%). Sin embargo, el mayor porcentaje se concentra en aquellos estudiantes que consideran que 'algunos' docentes han utilizado videotutoriales para impartir docencia y han interaccionado con los alumnos a través del foro del campus virtual o el correo electrónico (63,0%), seguido de los que afirman que 'algunos' han usado presentaciones (61,5%) y videotutoriales (61,1%), en ambos casos, comunicándose con los estudiantes mediante videoconferencias para la resolución de dudas. Finalmente, un 14,6% asegura no haber recibido enseñanza *online* de 'ninguno' de sus profesores.

Tabla 3. Modalidad de educación a distancia e interacción con los estudiantes

	Presentación e interacción asíncrona	Presentación e interacción síncrona	Presentación sin interacción	Videotutorial e interacción asíncrona	Videotutorial e interacción síncrona	Videotutorial sin interacción	No se imparte docencia
Todos	12,2%	4,2%	2,9%	2.2%	2,2%	0,4%	7,1%
Mayoría	32,1%	10,8%	16,1%	12,0%	8,2%	3,3%	18,1%
Algunos	47,4%	61,5%	47,6%	63,0%	61,1%	33,8%	60,2%
Ninguno	8,2%	23,5%	33,4%	22,8%	28,5%	62,6%	14,6%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Las entrevistas parecen confirmar la traslación del modelo de enseñanza tradicional basado en clases magistrales al entorno virtual. De ahí que la utilización de presentaciones sea la principal herramienta a la que recurren los docentes.

Hay un porcentaje de profesorado con muy altas competencias [digitales] mientras que a otros les cuesta adaptarse a las circunstancias extraordinarias […] En general, la comunidad universitaria no está preparada para la actividad académica en entornos virtuales; es necesario conocer más herramientas y recursos orientados a la docencia virtual. Y, sobre todo, hay que cambiar el tipo de enseñanza. No podemos sustituir una docencia de tres horas en clase presencial por tres horas de clase por videoconferencia […] La creación de títulos universitarios virtuales va mucho más allá de poner a disposición de nuestros estudiantes contenidos PDF en el campus virtual (vicerrector de Transformación Digital).

Una clase online no puede consistir en un profesor que hace lo mismo que en una clase presencial. El aprendizaje memorístico consistente en subir un PDF o un PowerPoint al Campus Virtual es un modelo obsoleto y, desde luego, no es enseñanza virtual. El problema es que muchos docentes han tenido que adaptarse de manera precipitada a un modelo de enseñanza virtual para el que no estaban preparados (vicerrectora de Estudiantes).

A continuación, se presentan los datos relativos al uso de herramientas digitales por parte de los docentes antes del confinamiento y durante el mismo (tabla 4). Los recursos más utilizados por 'todos' los docentes antes de la suspensión de la enseñanza presencial eran, para el 10,8% de los estudiantes, los del campus virtual –foro, chat, tareas, etc.–. Sin embargo, durante la pandemia, el porcentaje de estudiantes que afirma que sus docentes utilizan este tipo de herramientas asciende al 23,7%. Igualmente aumenta el porcentaje de estudiantes que indican que 'todos' sus profesores elaboran videotutoriales (2,7%) o utilizan videotutoriales elaborados por otros (1,3%). Más significativo es aún el dato que revela que 'la mayoría' de los profesores han realizado sus propios videos (11,7%) o han recurrido a los de otros (4,4%) para sus sesiones de ED. Es, sin embargo, el uso de videotutoriales por parte de 'algunos' docentes el que experimenta una mayor subida al pasar de un 13,0% a un 66,8%, en el caso de docentes que producen sus propios videotutoriales; o de un 20,8% a un 30,5%, en el de los que recurren a videos de otros. En coherencia con estos datos, también se produce un aumento del uso de la videoconferencia por 'algunos' profesores para interactuar con los estudiantes que pasa de un 4,2% al 66,4%. En general, se mantienen prácticamente inalterados los porcentajes de aquellos que señalan que 'todos' (1,1% antes y durante el confinamiento), 'la mayoría' (1,3% antes y 3,5% durante) o 'algunos' (17.0% antes y 18,4% durante) hacen un uso residual de las redes sociales. Lo mismo puede decirse de los que acuden al blog del docente como una herramienta más en su práctica de enseñanza *online*.

Tabla 4. Uso de herramientas digitales docentes antes y durante el confinamiento

	Videotutoriales elaborados por el docente		Videotutoriales elaborados por otros docentes		Blog docente		Videoconferencias para interactuar con los estudiantes		Herramientas del Campus Virtual		Redes Sociales	
	Antes	Durante	Antes	Durante	Antes	Durante	Antes	Durante	Antes	Durante	Antes	Durante
Todos	0.4	2.7	0.2	1.3	2.0	1.5	0.2	3.3	10.8	23.7	1.1	1.1
La mayoría	1.6	11.7	0.7	4.4	4.7	5.1	0.9	16.6	32.1	35.2	1.3	3.5
Algunos	13.0	66.8	20.8	36.5	23.4	22.6	4.2	66.4	51.1	36.3	17.0	18.4
Ninguno	85.0	18.8	78.3	57.8	69.9	70.8	94.7	13.7	6.0	4.7	80.7	77.0
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 331-350.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Valoración que hacen los estudiantes de la enseñanza *online* recibida

El tercer objetivo de la investigación tenía como finalidad conocer la valoración de los estudiantes acerca de la ED impartida por sus docentes. Con tal propósito se les preguntó por la dedicación que para ellos conllevaba esta modalidad y si se traducía en un mayor rendimiento educativo. Además, se les pedía una valoración sobre la importancia de usar las tecnologías educativas digitales en la universidad y si la educación *online* podría sustituir a la enseñanza presencial. Por último, se indagaba en la comunicación y el diálogo establecida entre docentes y estudiantes para abordar no solo aspectos académicos vinculados con la metodología, la evaluación, los contenidos, etc., sino aquellos otros con un cariz más personal referidos a la adaptación de los docentes a las singulares circunstancias en las que los estudiantes estaban recibiendo la ED.

Los datos (tabla 5) revelan que para más del 75% la ED ha exigido mayor dedicación en la preparación de las asignaturas que el destinado en el formato presencial. A pesar del incremento en el tiempo de estudio un porcentaje similar (77,3%) no percibe proporcionalidad en el rendimiento académico. Esta inversa relación entre dedicación y percepción del rendimiento puede ser uno de los factores que contribuyen a explicar su 'desacuerdo' (25,5%) o 'total desacuerdo' (41,2%) con el hecho de que las clases *online* puedan sustituir a las presenciales. Sin embargo, un 85,2% está de 'acuerdo' o 'totalmente de acuerdo' en que la universidad no puede prescindir del uso educativo de las TIC. Existe un alto consenso en señalar que los docentes no se han adaptado a las excepcionales circunstancias que vivían los alumnos en su ámbito personal (65,1%) o académico (68,1%).

Tabla 5. Valoración de los estudiantes de la enseñanza recibida

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La enseñanza virtual exige mayor dedicación a la preparación de las asignaturas.	4,9%	8,6%	11,3%	20,6%	54,6%
Estoy aprendiendo más con esta modalidad de enseñanza.	51,6%	25,7%	16,6%	4,6%	1,5%
Las clases virtuales pueden sustituir a las presenciales.	41,2%	25,5%	14,1%	13%	6,2%
El uso educativo de las TIC es imprescindible en la Universidad.	1,8%	3,1%	9,9%	39,4%	45,8%

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Los docentes han adaptado la enseñanza virtual a nuestras circunstancias personales.	27%	38,1%	21,2%	12,2%	1,5%
Los docentes han consensuado con los estudiantes las decisiones académicas.	39.1%	29%	18%	10,8%	3,1%

Fuente: Elaboración propia

La valoración de los estudiantes sobre la enseñanza *online* recibida coincide con los resultados de las entrevistas a miembros del equipo de gobierno de la UEx.

Hemos recibido los resultados de un cuestionario elaborado por el Consejo de Estudiantes sobre el nivel de satisfacción con las enseñanzas virtuales donde se pone de manifiesto que algunos docentes no se han preocupado por conocer si las circunstancias personales de los estudiantes les permitían seguir las clases online. También señalan que algunos profesores les han sobrecargado de tareas y otros, los menos, no les han proporcionado orientaciones sobre la forma en que se iba a impartir su asignatura. Todo ello ha generado en algún caso un cierto estrés y el sentimiento de que sus resultados académicos podían empeorar (vicerrectora de Estudiantes)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A tenor de los resultados que se derivan del estudio, el alumnado de la UEx podría enmarcarse en el perfil de «estudiantes típicos», esto es, personas jóvenes, solteras, sin hijos, sin empleo ni búsqueda de éste y, por tanto, dependientes de los ingresos de una unidad familiar en la que, de forma mayoritaria, los progenitores poseen estudios superiores. En este sentido, los hallazgos indican que las circunstancias personales no tienen incidencia significativa en la equidad. No puede decirse lo mismo respecto al nivel formativo de los padres, dado que son los hijos e hijas de las familias con un nivel formativo alto o medio-alto los que cuentan con un ordenador de uso exclusivo y una conectividad propia y de alta velocidad para un correcto seguimiento de la enseñanza virtual. Coincidiendo con los resultados de un reciente estudio de Cabrera et al. (2020) referidos a la enseñanza primaria, esta investigación constata que el nivel formativo de las familias, aunque no de manera exclusiva, actúa como gradiente de la desigualdad. Así, el riesgo de interrupción y abandono educativo puede verse agravado por la brecha de uso (UNESCO, 2020).

Los hallazgos relacionados con el segundo objetivo de la investigación, conocer el modelo de enseñanza a distancia que han recibido los estudiantes, confirman el

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 331-350.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

predominio de las presentaciones multimedia como recurso didáctico de los docentes y un uso residual de los blogs y las redes sociales, a pesar de la actitud positiva que muestran los estudiantes en el uso de redes sociales (Gómez-Aguilar et al., 2012). En línea con otros estudios (Mercader, 2019; Mercader y Gairín, 2017; Prendes, 2010; Venegas-Ramos et al., 2020), se constata que el uso de las tecnologías digitales en la ED ha consistido, esencialmente, en trasladar los contenidos impartidos en las clases presenciales a plataformas de aprendizaje virtual. Este resultado viene a corroborar que los docentes hacen uso de aquellas tecnologías que son coherentes con sus prácticas docentes (Marcelo-García et al., 2015).

Por otra parte, los docentes han optado mayoritariamente por un modelo asíncrono acompañado de una interacción docente-discente basada en la comunicación a través de correo electrónico, foros o *chat*. Y este es un aspecto relevante si se tienen en cuenta los riesgos de abandono asociados a una desvinculación entre estudiantes y profesores (Alzás y Casas, 2015).

La valoración que hacen los estudiantes con respecto a la ED recibida durante el confinamiento se fundamenta principalmente en la inversa relación entre dedicación al estudio y rendimiento percibido y en la ausencia de concertación entre docentes y alumnado que se concreta en la falta de adaptación de los primeros a las circunstancias personales de los segundos. De estos resultados se infiere que la comunicación es un factor determinante para evitar el efecto de aislamiento que suele producirse en los modelos de enseñanza a distancia; efecto agudizado, además, por el impacto psicológico que la reclusión forzosa por la pandemia podía provocar. Los estudiantes también se han visto obligados a adaptarse a un modelo formativo cuyos contenidos estaban diseñados para la presencialidad y que les exigía una mejor gestión del tiempo y, por tanto, más disciplina y organización. De hecho, autores como Giesbers et al. (2013) y Moallen (2015) han evidenciado la preferencia de los estudiantes por modelos de aprendizaje mixtos que combinen lo síncrono y lo asíncrono.

Lo que subyace, en definitiva, a tenor de los resultados de la investigación, es la raigambre de un paradigma tradicional asentado en clases magistrales que debe dar paso a otros modelos más colaborativos y centrados en el estudiante. El cierre de las aulas presenciales representa una oportunidad para este cambio una vez superada la barrera tecnológica que dificultaba el uso de tecnologías digitales por parte de los docentes. La transición hacia una digitalización integral solo será posible si va acompañada de un marco estratégico (García-Peñalvo, 2020) que produzca una transformación en el modelo institucional de la universidad junto con sus principales protagonistas, docentes y estudiantes. Además, la importante inversión en recursos humanos y económicos realizada por las universidades presenciales debe ser capitalizada y orientada a ampliar su oferta educativa convirtiendo algunos títulos presenciales en títulos en la modalidad *blended-learning* o completamente *online*. Muchos han percibido las posibilidades de ampliar un mercado, el de las universidades virtuales, que ofrece ya una gran diversidad de titulaciones. Las

universidades presenciales, que venían compitiendo con estas otras y que continuarán haciéndolo con más intensidad si cabe, deben adoptar elementos diferenciadores que aporten valor a sus titulaciones.

Futuras líneas de investigación podrían ampliar el alcance del estudio y abordar, desde la perspectiva del profesorado, el modelo de enseñanza a distancia que han implementado durante la suspensión de las clases presenciales e identificar las dificultades que han enfrentado unos y las buenas prácticas de otros. El empeño de este artículo no es otro que presentar mediante evidencias empíricas un diagnóstico con luces y sombras sobre la enseñanza a distancia impartida durante el confinamiento que sirva a las universidades para afrontar los retos que sigue deparando el COVID-19.

REFERENCIAS

Alva de la Selva, A. R. (2014). Los nuevos rostros de la desigualdad en el siglo XXI: La brecha digital. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, *3*(223), 265-286. https://doi.org/10.1016/S0185-1918(15)72138-0

Alzás, T., y Casas, L. (2015). Relato autobiográfico del abandono educativo. Una visión integrada desde metodologías mixtas. *Investigación Cualitativa en Ciencias Sociales*, *3*, 108-113. https://bit.ly/3l51Ez7

Ariño, A., Martínez, M., Llopis, R., Pons, E., y Prades, A. (2019). *Via Universitària: Accés, condicions d'aprenentatge, expectatives i retorns dels estudis universitaris* (2017-2019). Valencia: Xarxa Vives. https://bit.ly/3eYN8Wd

Baker, D. (2011). Designing and orchestrating *online* discussions. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, *7*(3), 401-411. https://bit.ly/3goHYTN

Banco Mundial (2020). *The COVID-19 pandemic shocks to Education and Policy Responses*. https://bit.ly/3gmJtSc

Beltrán Llavador, J., Venegas, M., Villar-Aguilés, A., Andrés-Cabello, S., Jareño-Ruiz, D., y de Gracia-Soriano, P. (2020). Educar en época de confinamiento: la tarea de renovar un mundo común. *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, *13*(2), Especial, COVID-19, 92-104. https://doi.org/10.7203/RASE.13.2.17187

Brodie, R. J., Ilic, A., Juric, B., y Hollebeek, L. (2013). Consumer engagement in a virtual brand community: An exploratory analysis. *Journal of Business Research*, *66*, 105-114. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2011.07.029

Cabrera, L. (2020). Efectos del coronavirus en el sistema de enseñanza: aumenta la desigualdad de oportunidades educativas en España. *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, *13*(2), Especial, COVID-19, 114-139. https://doi.org/10.7203/RASE.13.2.17125

Cabrera, L., Pérez, C. N., y Santana, F. (2020). ¿Se incrementa la Desigualdad de Oportunidades Educativas en la Enseñanza Primaria con el Cierre Escolar por el Coronavirus? *International Journal of Sociology of Education*, *Special Issue: COVID-19 Crisis and Socioeducative Inequalities and Strategies to Overcome them*, 27-52. https://doi.org/10.17583/rise.2020.5613

Castaño-Muñoz, J., Duart, J., y Vinuesa, T. (2014). The internet in face-to-face higher education: Can interactive learning improve academic achievement? *British Journal of Educational Technology*,

45(1), 149-159. https://doi.org/10.1111/bjet.12007

Chakraborty, M., y Nafukho, F. M. (2015). Strategies for virtual learning environments: Focusing on teaching presence and teaching immediacy. *Internet Learning*, *4*(1). https://bit.ly/2YZc36r. https://doi.org/10.18278/il.4.1.1

Duncan, K., Kenworthy, A., y McNamara, R. (2012). The effect of synchronous and asynchronous participation on students' performance in *online* accounting courses. *Accounting Education: An International Journal*, *21*, 431-449. https://doi.org/10.1080/09639284.2012.673387

Falloon, G. (2011). Making the connection: Moore's theory of transactional distance and its relevance to the use of a virtual classroom in postgraduate *online* teacher education. *Journal of Research on Technology, 43*, 187-209. https://doi.org/10.1080/15391523.2011.10782569

Fariña-Vargas, E., González-González, C., y Area-Moreira, M. (2013). ¿Qué uso hacen de las aulas virtuales los docentes universitarios? *Revista de Educación a Distancia*, *35*. https://bit.ly/2C2NMn9

Fernández Enguita, M. (2016). *La Educación en la encrucijada*. Fundación Santillana. https://bit.ly/34hPqxc

Francescucci, A., y Rohani, L. (2018). Exclusively Synchronous *Online* (VIRI) Learning: The Impact on Student Performance and Engagement Outcomes. *Journal of Marketing Education*, *41*(1), 60-69. https://doi.org/10.1177/0273475318818864

García-Peñalvo, F. J. (2020). Modelo de referencia para la enseñanza no presencial en universidades presenciales. *Campus Virtuales*, *9*(1), 41-56. https://bit.ly/3gv6oer

Giesbers, B., Rienties, B., Tempelaar, D., y Gijselaers, W. (2013). A dynamic analysis of the interplay between asynchronous and synchronous communication in *online* learning: The impact of motivation. *Journal of Computer Assisted Learning*, *30*, 30-50. https://doi.org/10.1111/jcal.12020

Goldman, Z. (2011). Balancing quality and workload in asynchronous *online* discussions: A win-win aroach for students and instructors. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, *7*(2), 313-323. https://bit.ly/2ZJgLEK

Gómez-Aguilar, M., Roses-Campos, S., y Farias-Batlle, P. (2012). The academic use of social networks among university students. *Comunicar*, *38*, 131-138. https://doi.org/10.3916/C38-2012-03-04

Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus. Breve historia del mañana*. Debate. https://doi.org/10.17104/9783406704024

Hrastinski, S. (2008). Asynchronous and synchronous *e-learning*. *Educause Quarterly*, *31*(4), 51-55. https://bit.ly/2ByYbqP

Hodges, Ch., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., y Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and *Online* Learning. *Educause Review*. https://bit.ly/3dZlh6U

Hogg, N., y Lomicky, C. (2012). Connectivism in postsecondary *online* courses: An exploratory Factor Analysis. *The Quarterly Review of Distance Education*, *13*(2), 95-114. https://bit.ly/2O003yd

Llorente, M. C., y Cabero, J. (2009). *La formación semipresencial a través de redes telemáticas (blended learning)*. Mataró: Da Vinci.

Maor, D., y Currie, J. K (2017). The use of technology in postgraduate supervision pedagogy in two Australian universities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *14*(1), 1-15. https://doi.org/10.1186/s41239-017-0046-1

Marcelo-García, C., Yot-Domínguez, C., y Mayor-Ruiz, C. (2015). University teaching with digital technologies.

Comunicar, *45*, 117-124. https://doi.org/10.3916/C45-2015-12

Mercader, C. (2019). Las resistencias del profesorado universitario a la utilización de las tecnologías digitales. *Aula Abierta*, *48*(2), 167-174. https://doi.org/10.17811/rifie.48.2.2019.167-174

Mercader, C., y Gairín, J. (2017). ¿Cómo utiliza el profesorado universitario las tecnologías digitales en sus aulas? *REDU-Revista de Docencia Universitaria*, *15*(2), 257-273. https://doi.org/10.4995/redu.2017.7635

Moallem, M. (2015). The impact of synchronous and asynchronous communication tools on learner selfregulation, social presence, immediacy, intimacy, and satisfaction in collaborative *online* learning. *The Online Journal of Distance Education and e-learning*, *3*(3), 55-77. https://bit.ly/3aK571c

Moore, M. G., y Kearsley, G. (Eds.) (2012). *Distance education: A systems view of online learning*. Belmont: Wadsworth.

OCDE (2020). *A helping hand: Education responding to the coronavirus pandemic*. https://bit.ly/2VM5N01

OEI (2020). *Efectos de la crisis del coronavirus sobre la educación*. https://bit.ly/2YWKVoB

Prendes, M. P. (2010). Competencias TIC para la docencia en la Universidad pública española: indicadores y propuestas para la definición de buenas prácticas. Informe del Proyecto EA-2009-0133 de la Secretaría de Estado y Universidades e Investigación. https://bit.ly/3f6JRV2

Ragusa, A. T. (2017). Technologically mediated communication: student expectations and experiences in a FOMO society. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *14*, 39. https://doi.org/10.1186/s41239-017-0077-7

REACU (2020). *Aplicación del documento REACU "orientaciones para la elaboración y evaluación de títulos de grado y máster en enseñanza no presencial y semipresencial"*. https://bit.ly/3e0YO9t

Sevillano-García, M., Quicios-García, M., y González-García, J. (2016). The ubiquitous possibilities of the laptop: Spanish university students' perceptions. *Comunicar*, *46*, 87-95. https://doi.org/10.3916/C46-2016-09

Strang, K. (2013). Cooperative learning in graduate student projects: Comparing synchronous versus asynchronous collaboration. *Journal of Interactive Learning Research*, *24*, 447-464. https://bit.ly/2Z3Cisq

UNESCO (2020). *COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después*. https://bit.ly/2ZyhQyW

UNICEF (2020). *La educación frente al COVID-19. Propuestas para impulsar el derecho a la educación durante la emergencia*. https://bit.ly/2BEUpvN

Venegas-Ramos, L., Luzardo Martínez, H. J., y Pereira Santana, A. (2020). Conocimiento, formación y uso de herramientas TIC aplicadas a la Educación Superior por el profesorado de la Universidad Miguel de Cervantes. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, *71*, 35-52. https://doi.org/10.21556/edutec.2020.71.1405

Vlachopoulos, D., y Makri, A. (2019). *Online* communication and interaction in distance higher education: A framework study of good practice. *International Review of Education*, *65*, 605-632. https://doi.org/10.1007/s11159-019-09792-3

Watts, L. (2016). Synchronous and asynchronous communication in distance learning: A review of the literature. *The Quarterly Review of Distance Education*, *17*(1), 23-32. https://bit.ly/2YlBmz2

Yang, Z., y Liu, Q. (2007). Research and development of Web-based virtual *online* classroom. *Computers & Education*,

48, 171-184. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.12.007

Zubillaga, A., y Gortazar, L. (2020). *COVID-19 y educación: Problemas, respuestas y escenarios*. Fundación COTEC para la innovación. https://bit.ly/2AtszSH

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Eva Pérez-Lopez. Profesora sustituta en el Departamento de Dirección de Empresa y Sociología (Área De Sociología) de la Universidad de Extremadura; profesora-tutora en los grados de Sociología y Ciencia Política de la UNED. Líneas de investigación: global education policy; políticas públicas relacionadas con las TIC; comunicación política.
E-mail: evaperez@unex.es

Dirección
Centro Universitario de Plasencia
C/Virgen del Puerto, 2
Plasencia (España)
orcid.org/0000-0002-6580-7038

Alfonso Vázquez Atochero, profesor ayudante en el Departamento de Ciencias de la Educación (área Didáctica y Organización Escolar) de la Universidad de Extremadura. Líneas de investigación: humanidades digitales; relación entre el ser humano y el ciberespacio.
E-mail: alfonso@unex.es

Dirección:
Facultad de Formación del Profesorado
Avda. de la Universidad s/n
Cáceres (España)
orcid.org/0000-0002-1657-8275

Santiago Cambero Rivero, profesor asociado en el Departamento de Dirección de Empresas y Sociología (área de Sociología) de la Universidad de Extremadura. Líneas de investigación: aprendizaje intergeneracional, envejecimiento activo, cibervoluntariado.
E-mail: scamriv@unex.es

Dirección:
Avda. de Elvas s/n
Badajoz (España)
orcid.org/0000-0001-8371-8349

Fecha de recepción del artículo: 06/07/2020
Fecha de aceptación del artículo: 25/08/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 02/09/2020

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 331-350.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

I.S.S.N.: 1138-2783

Influencia de las TIC en el rendimiento escolar de estudiantes vulnerables

(Influence of ICT on the school performance of vulnerable students)

Inés María González Vidal
Universidad Santiago de Compostela, USC (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27960

Cómo referenciar este artículo:
Vidal, I. M. G. (2021). Influencia de las TIC en el rendimiento escolar y su impacto en estudiantes vulnerables. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), pp. 351-365. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27960

Resumen

El sistema educativo contemporáneo está influenciado por los movimientos migratorios y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Este trabajo analiza la influencia de las TIC en el rendimiento escolar de estudiantes vulnerables. Para ello, se estudian las relaciones del rendimiento escolar con el país de origen del estudiante, la conexión a Internet en el hogar y el uso diario de dispositivos digitales. Apoyado en la metodología de investigación en educación comparada, se contrastan las muestras representativas de las poblaciones de España, los países miembros de la Unión Europea y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Se utilizan fundamentalmente los datos publicados por el Ministerio de Educación en los informes PISA 2018 y OCDE 2019. La estadística descriptiva sustenta los resultados obtenidos. Se analizan las variables participación diaria en redes sociales, participación diaria en juegos online, lectura diaria de noticias online y la nota media de Ciencias y Matemática respectivamente. Los hallazgos muestran que en España existe un bajo rendimiento escolar relacionado con el origen del estudiante; la conexión a Internet en el hogar y que un uso diario de dispositivos digitales puede ser beneficioso, si las exposiciones son moderadas y controladas.

Palabras clave: internet; estudiantes; inmigración; redes sociales; juegos online; educación secundaria obligatoria.

Abstract

The contemporary educational system is influenced by migratory movements, as well as the development of Information and Communication Technologies (ICT). The goal of the work is to analyze the influence of ICT on the school performance of vulnerable students. To do this, the relationships between school performance and the student's country of origin, the Internet connection at home and the daily use of digital devices are studied. Supported by the comparative education research methodology, representative samples of the populations of Spain, the member countries of the European Union and the Organisation for Economic Co-operation and Development are contrasted. Descriptive statistics support the results obtained. The variables daily participation in social networks, daily participation in online games, daily reading of online news, and the average grade for Science and Mathematics, respectively, are analyzed. The findings show that in Spain there is low school performance related to the origin of the student; Internet connection at home and that daily use of digital devices can be beneficial, if the exposures are moderate and controlled.

Keywords: internet; students; immigration; social networks; online games; secondary education.

El sistema educativo contemporáneo, está fuertemente influenciado por el desarrollo vertiginoso de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), así como por el proceso de globalización y movimientos migratorios (Dryden-Peterson, 2016; Caamaño, 2009). Vivimos en una sociedad del conocimiento y los entornos virtuales generan gran cantidad de información, todo esto es aprovechado para perfeccionar la educación (Leicht, Heiss y Byun, 2018).

En este sentido, el desarrollo de las TIC va unido a las nuevas tendencias innovadoras en la educación y causa avances significativos en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Martín-Gutiérrez, Mora, Añorbe-Díaz y González-Marrero, 2017). Por ejemplo, los estudiantes tienen acceso a una variedad de recursos tecnológicos que los mantiene conectados a Internet todo el tiempo (Bulman y Fairlie, 2016). Esta peculiaridad es aprovechada para permitirles organizar el proceso de aprendizaje acorde a sus necesidades individuales e intereses profesionales además de tener gran influencia en los resultados docentes (Hurwitz y Schmitt, 2020). Del mismo modo, el uso creciente de técnicas propias de los juegos en entornos virtuales como pre-concepción del aprendizaje, potencia la motivación del estudiante hacia nuevos contenidos educativos y sirve como predictor del éxito académico y diversas habilidades (Werbach y Hunter, 2015).

Dentro de este orden de ideas, el uso de las TIC incrementa las experiencias de intercambio de actividades educativas, diversificando y personalizando la enseñanza (Echazarra, 2018); se rompen las barreras de espacio y tiempo, así como las distancias físicas y culturales (Castañeda Quintero y Adell, 2013; Terrén, 2007). En definitiva, los estudiantes se convierten en participantes activos en la construcción del

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 351-365.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27960 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

conocimiento y pueden acceder, almacenar, reutilizar, crear y compartir contenidos y recursos virtuales (Torres Kompen y Costa, 2013).

Por otro lado, el sistema educativo contemporáneo está caracterizado por entornos con gran pluralismo étnico o cultural (Schachner, 2019). Ante esta situación, los gobiernos implementan nuevas medidas relacionadas con las políticas de integración de estudiantes inmigrantes en las sociedades de acogida (Marks, McKenna y Coll, 2018). Estas políticas propugnan la convivencia intercultural y multicultural basada en la empatía, la tolerancia y el respeto a la diversidad (Lieberman y Gamst, 2015).

Cabe destacar que la integración exitosa comienza por el sistema educativo y esta situación se enfrenta de manera diferente en cada país (Coin, 2017; Kogan, 2016), también guarda relación con el nivel de desarrollo económico del país de origen (Huddleston, Niessen y Tjaden, 2013). En otras palabras, la integración educacional es una referencia importante en la integración de estudiantes inmigrantes en las sociedades de acogida (Zubíková, 2019). No obstante, existen barreras relacionadas con la adquisición de la lengua del país de acogida, la cultura y la falta de formación del profesorado para enfrentar estos nuevos retos (Esteban, 2020; Manning y Roy, 2010).

Contextualizando, en España algunos programas caracterizan al estudiantado inmigrante como un colectivo homogéneo, aplicando soluciones iguales a todos, sin conseguir promover su inclusión socioeducativa e intercultural (Valero y Viñas, 2019). Estos programas no consideran la participación e implicación familiar (Moledo, Rego y Otero, 2012), el rendimiento escolar y la etapa evolutiva del menor (Caamaño, 2013). Cabe resaltar que otros estudios consideran que la ayuda al alumnado inmigrante se debe proporcionar desde dentro del aula ordinaria, en el marco de una escuela inclusiva (Balerdi, Larrañaga, Cartón y Aranguren, 2018).

En relación a la problemática anteriormente expuesta, se visualiza la necesidad de implementar estrategias efectivas de intervención para mejorar los servicios de apoyo a estudiantes vulnerables y visualizar factores que puedan incidir en el éxito y fracaso académico (Spörlein y Schlueter, 2018), analizar la preparación previa, así como otros factores que puedan influir en el rendimiento académico (Belvis, Moreno y Ferrer, 2009).

En este panorama, se vislumbra la ausencia de consenso respecto del significado de la integración en la educación y de las formas para alcanzarla con respeto a la diversidad cultural del estudiantado (Goicochea, 2008). En este sentido, la literatura científica reconoce la necesidad impostergable de incrementar las investigaciones sobre la influencia de las TIC en el rendimiento escolar para minimizar su impacto en estudiantes vulnerables y facilitar el proceso de integración de estudiantes inmigrantes en el sistema educativo (Caamaño, 2009).

El objetivo de este trabajo es analizar la influencia de las TIC en el rendimiento escolar de estudiantes vulnerables. La metodología de investigación utilizada es en educación comparada. La principal contribución de este trabajo en el contexto educativo español, es referido al rendimiento escolar relacionado con el país de

origen del estudiante y de la importancia de la implementación de mejores políticas de integración educacional. La segunda contribución está relacionada con la conexión a Internet en el hogar y que un uso diario de dispositivos digitales puede ser beneficioso para el estudiante si las exposiciones son moderadas y controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología en educación comparada, es el campo disciplinar que emplea como procedimiento de investigación el método comparatista, es decir, engloba la descripción - interpretación - yuxtaposición - comparación como niveles de análisis (Adick, 2018). El comparatismo se utiliza en el área educativa como una operación metodológica, relacional y crítica con implementación tecnológica (Martí Marco, 2019). La primera operación comparatista es la delimitación de los objetos a comparar (Mombelli, 2019).

Este estudio pretende analizar la influencia de las TIC en el rendimiento escolar de estudiantes vulnerables. Se realiza un análisis comparativo del rendimiento escolar con el país de origen del estudiante, la conexión a Internet en el hogar y el uso diario de dispositivos digitales. Se trabaja con una muestra representativa recogida de las poblaciones de España, los países miembros de la UE (Unión Europea) y la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). Para ello, se utilizan fundamentalmente los datos publicados por el Ministerio de Educación en los informes respectivos PISA 2018 (Cebrián et al., 2019) y OCDE 2019 (González Merino, 2020)[1], aunque también se referencian informes de años anteriores y otras fuentes de información. La muestra de estudiantes objeto de estudio pertenece a una franja etaria de entre 15 y 16 años, que estudian el décimo grado o cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria en España (Cebrián, Trillo y González, 2019).

A partir del análisis documental se identifican relaciones entre las variables rendimiento escolar y el país de origen del estudiante. Se define la variable cualitativa ordinal conexión a Internet en el hogar que toma distintos valores ordenados siguiendo una escala establecida, a saber, acceso excesivo, sin acceso y acceso moderado. El uso diario de dispositivos digitales es una variable compleja compuesta por las siguientes dimensiones: la participación diaria en redes sociales, la lectura diaria de noticias online, y la participación diaria en juegos online, así como las notas medias de Ciencias y Matemáticas respectivamente.

La comprensión lectora en el estudio PISA 2018 (Cebrián et al., 2019) fue una competencia principal de evaluación. No obstante, en este trabajo no se consideran los resultados directamente, debido a la propia naturaleza compleja de la lectura, y la creciente influencia de las tecnologías de la información y de la comunicación en esta variable.

Para el análisis del uso diario de dispositivos digitales en su dimensión participación diaria en redes sociales se aplican estadísticos descriptivos. El primer estadístico es un estudio de inferencia a través de una prueba de hipótesis

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 351-365.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27960 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Chi cuadrado, en general esta prueba contrasta frecuencias observadas con las frecuencias esperadas de acuerdo con la hipótesis nula. El segundo estadístico es un modelo de regresión lineal o ajuste usado para aproximar la relación de dependencia entre una la variable independiente X y la variable dependiente Y, así como un término aleatorio ε. Si bien cabe destacar el reducido número de datos utilizados, los resultados obtenidos son preliminares y constituyen el punto de partida para trabajos futuros.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Análisis del Rendimiento y origen del estudiante

Estudios anteriores, relacionan el bajo rendimiento escolar de los estudiantes inmigrantes frente a los nativos, indicando una relación entre el rendimiento escolar y las circunstancias sociodemográficas del estudiante (OCDE, 2016). Otros estudios señalan que en España, los estudiantes inmigrantes que no proceden de los países de la UE obtienen los peores valores de rendimiento escolar, el factor individual juega un papel importante en este sentido (Contucci y Sandell, 2015).

En España la tasa de abandono escolar temprano es de un 35,7% en estudiantes inmigrantes, frente al 14,7% en sus colegas nativos y estos resultados fueron relacionados con el nivel educativo de los padres (Cebrián et al., 2019). Los estudiantes inmigrantes en España obtienen 34 puntos menos en la nota media de Ciencias y 40 puntos menos en la nota media de Matemática, comparado con la media OCDE frente a sus colegas nativos en el nivel educativo de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria (Cebrián et al., 2019).

La proporción de estudiantes inmigrantes varía por regiones en España. Los valores más bajos de proporción de estudiante inmigrantes frente nativos, con una proporción que no llega a 1 de cada 10 estudiantes, lo encontramos en las Comunidades Autónomas de Castilla y León (9%), Asturias (8,3%), Cantabria (8,3%), Andalucía (6,6%), Galicia (6,4%), entre los ciclos de PISA 2015 (Gurría, 2016) y PISA 2018 (Cebrián et al., 2019).

Las diferencias de rendimiento medio en Ciencias entre estudiantes inmigrantes y nativos se hicieron más evidentes superando los 45 puntos en Castilla y León (49 puntos), Región de Murcia (52 puntos), País Vasco (55 puntos) y Galicia (61 puntos). Sin embargo, en Canarias (20 puntos) y en Andalucía (20 puntos), estas diferencias no son relevantes. No se apreciaron diferencias significativas en el rendimiento en Ciencias entre estudiantes nativos e inmigrantes en Ceuta y Melilla según informe PISA 2018 (Cebrián et al., 2019).

Resulta necesario señalar, que en países como Austria, Nueva Zelandia y Canadá, con alta proporción de estudiantes inmigrantes, el rendimiento de estudiantes inmigrantes es igual o superior al de sus compañeros nativos, en definitiva "a pesar de las diferencias observadas, en muchos países con una proporción considerable

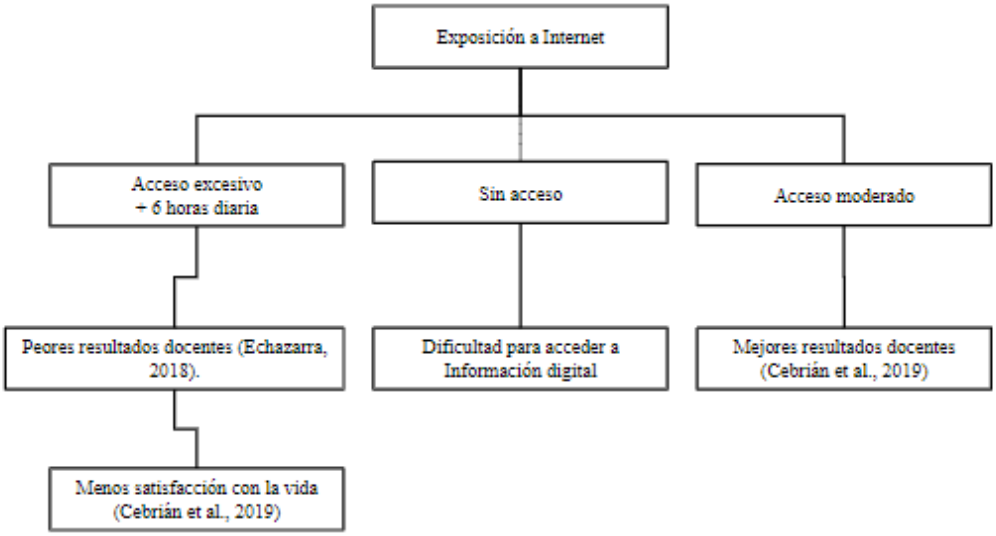
de estudiantes inmigrantes son capaces de alcanzar al menos unos niveles mínimos de rendimiento, superando sus numerosas condiciones desfavorables de partida" (Cebrián et al., 2019, p.99).

Disponibilidad de conexión de Internet en el hogar

Algunos autores relacionan la conexión a Internet en el hogar con el rendimiento escolar de los estudiantes (Cebrián et al., 2019). La figura 1 representa un resumen del análisis documental realizado referido a la influencia de la disponibilidad y/o conexión a Internet en el hogar y los resultados docentes del estudiante.

En tal caso, el uso responsable y seguro de dispositivos digitales con conexión a Internet en el hogar permite acceder a mayor cantidad de información digital (Hurwitz y Schmitt, 2020). No obstante, el acceso excesivo a Internet provoca una disminución del tiempo dedicado al estudio, y repercute en el rendimiento escolar con peores resultados docentes (Díaz-Vicario, Mercader Juan y Gairín Sallán, 2019).

Figura 1. Análisis de la disponibilidad y/o conexión a Internet en el hogar.



Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2018 (Cebrián et al., 2019).

En otro sentido, los estudiantes que no tienen acceso a Internet en el hogar, van a presentar dificultad para obtener la información digital, no podrán realizar actividades online desde el hogar, por consiguiente, su rendimiento escolar se verá afectado (Rodicio-García, Ríos-de-Deus, Mosquera-González y Abilleira, 2020). En

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 351-365.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27960 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

consecuencia, estos alumnos no consiguen avanzar al mismo ritmo que los que sí están conectados desde sus hogares.

Cabe adicionar, que en España 11,9 % de niños entre 10 y 15 años no utilizan Internet en sus hogares, según datos del informe Datos y cifras curso escolar 2019/2020 (Secretaría General Técnica, 2020, p.33). En relación con las implicaciones, se visualiza la vulnerabilidad de un grupo de estudiantes frente a los nuevos escenarios y retos educativos provocados por la crisis sanitaria COVID-19 en el curso 2019-2020.

Uso diario de dispositivos digitales

En este análisis, se realiza un estudio comparativo con datos referidos al uso diario de dispositivos digitales, se trabaja con una muestra representativa recogida de las poblaciones de España, los países miembros de la UE y la OCDE. (Cebrián et al., 2019, p. 128). Como el uso diario de dispositivos digitales es una variable compleja, se definen varias dimensiones en este análisis: la participación diaria en redes sociales (PDRS), la lectura diaria de noticias online (LDNO), y la participación diaria en juegos online (PDJO), así como las notas medias de Ciencias (NMC) y Matemáticas (NMM) respectivamente.

En la tabla 1 (a) se muestra la tabla de frecuencias que representa a las variables participación diaria en redes sociales (PDRS), nota media de Ciencias (NMC) y nota media en Matemáticas (NMM). Los datos mostrados evidencian, que los estudiantes españoles tienen el mayor valor de PDRS en relación a los estudiantes de los países miembros de la UE y la OCDE. Además, poseen los peores valores de NMC y NMM respectivamente. A primera vista se puede pensar que cuando disminuye la PDRS aumentan las NMC y NMM respectivamente.

El primer estadístico que se utiliza para demostrar el planteamiento anterior, es un estudio de inferencia a través de una prueba de hipótesis Chi-cuadrado, ver tabla 1 (b), siendo la variable independiente PDRS y la variable dependiente NMC (NMM respectivamente). La hipótesis nula Ho que se plantea es que no existe dependencia entre las variables PDRS y NMC (NMM respectivamente) la hipótesis alternativa H1 será que existe dependencia entre las variables.

El contraste Chi-cuadrado para un α (alfa) = 0,05 proporciona un p-valor de 0,2028 (0,173 respectivamente), como el valor P no es inferior a α, entonces la hipótesis nula no se rechaza. Como este resultado es muy sorprendente, no se sacan conclusiones apoyándonos exclusivamente en el p-valor, debemos tener en cuenta también estudios anteriores y quizás no emitir un juicio definitivo siendo tal resultado denominado estadísticamente significativo.

Tabla 1. Resumen estadístico para PDRS en su relación con NMC (NMM respectivamente).

Tabla de frecuencias			
	PDRS	NMC	NMM
OCDE	107	490	494
UE	127	489	489
ESPAÑA	136	483	481

a)

Prueba de hipótesis (Chi cuadrada)		
	PDRS/NMC	PDRS/NMM
Alfa	0,05	0,05
df	2	2
Valor P	0,2027	0,1730
Estadística de prueba	3,1913	3,5088
Valor crítico	5,9914	5,9914

b)

Modelo de regresiónLineal			
PDRS/NMC		PDRS/NMM	
Salida bruta de estimación lineal		Salida bruta de estimación lineal	
-0,2095	513,1754	-0,4152	539,2178
0,1454	18,0226	0,1506	18,6721
0,6748	3,0528	0,8836	3,1628
2,0758	1	7,5967	1
19,3466	9,319	75,9962	10,0037

c)

Estadísticas de regresión lineal		
	PDRS/NMC	PDRS/NMM
R^2	0,6748	0,8836
Error estándar	3,05286	3,1628
Recuento de variables X	1	1
Observaciones	3	3
R^2 ajustado	0,3497	0,7673
Nivel de confianza	0,95	0,95

d)

Fuente: Elaboración propia con estadística LibreOffice Cal.

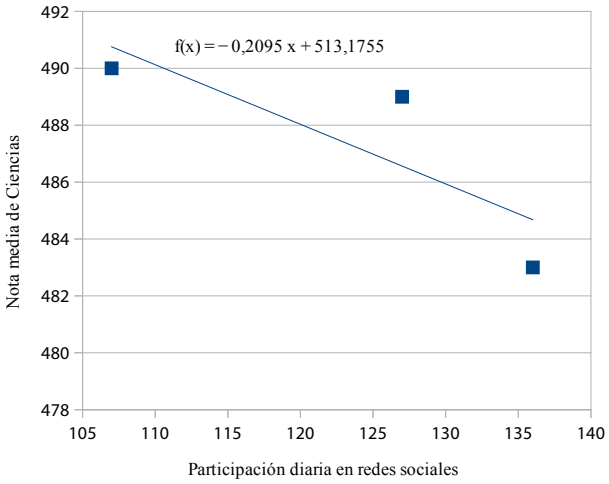
RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 351-365.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27960 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Un segundo estadístico que se aplica, es un modelo de regresión lineal o ajuste usado para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente Y, la variable independientes X y un término aleatorio ε.

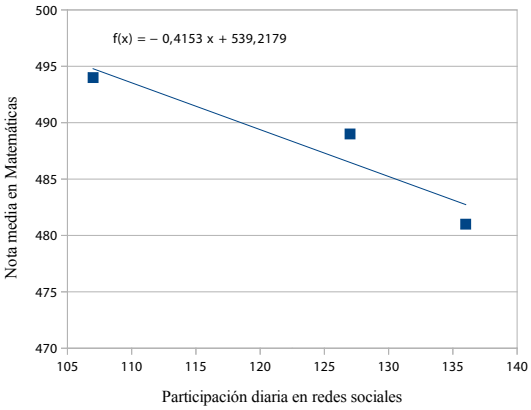
La tabla 1 (c) representan la generación de modelos de regresión lineal que precede al análisis de la estadística de regresión, ver la tabla 1 (d). A la luz de los resultados, se observa que la PDRS guarda una relación inversa con la NMC (NMM respectivamente), el valor de declive es una pendiente negativa -0, 2095 (-0,4153). La respuesta en este caso, pudiera explicar la relación entre las variables PDRS y NMC (NMM respectivamente) a través de coeficientes determinación, en este caso R^2 = 67,49 % (88,37% respectivamente). El R2 es el porcentaje de variación de la variable de respuesta que explica su relación con la variable predictora. Por lo general, mientras mayor sea el R2, mejor será el ajuste del modelo a sus datos.

Las figuras 2 (a) y (b) por su lado, muestran las líneas de regresión negativa, y esta tendencia es confirmada por el signo negativo de las pendientes de las ecuaciones de la línea de tendencia en ambos casos.

Figura 2. Gráficos de dispersión con líneas y ecuaciones de tendencia



a) Caso PDRS y NMC



b) Caso PDRS y NMM.
Fuente: Elaboración propia con estadística LibreOffice Cal.

La lectura diaria de noticias online en los estudiantes está motivada por tres factores fundamentales: el monitoreo de la actualidad, el entretenimiento y la utilidad social (Condeza, Bachmann y Mujica, 2014). La tabla 2 muestra las frecuencias correspondientes a las variables lectura diaria de noticias online (LDNO), la nota media de Ciencia (NMC) y la nota media de Matemáticas NMM.

Tabla 2. Tabla de frecuencias para LDNO en su relación con NMC (NMM respectivamente).

Tabla de frecuencias			
	LDNO	NMC	NMM
OCDE	31	490	494
UE	46	489	489
España	27	483	481

Fuente: Elaboración propia con estadística LibreOffice Cal.

Los datos indican que los estudiantes españoles presentan los valores más bajos de LDNO frente a sus colegas de países miembros de la UE y la OCDE. Si bien cabe destacar el reducido número de datos utilizados, estos no describen a simple vista una relación entre la LDNO y la NMC (NMM respectivamente).

No obstante, trabajos similares manifiestan que la lectura por placer y la situación socioeconómica y cultural de la familia son las variables que tienen mayor efecto positivo sobre las notas de los alumnos, todo esto está relacionado con el adecuado uso de las TIC y la disponibilidad de dispositivos digitales en el hogar (Fuentes y Gutiérrez, 2013).

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 351-365.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27960 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

Tabla 3. Tabla de frecuencia para PDJO en su relación con NMC (NMM respectivamente)

Tabla de frecuencias			
	PDJO	NMC	NMM
OCDE	32	490	494
UE	36	489	489
ESPAÑA	24	483	481

Fuente: Elaboración propia con estadística LibreOffice Cal.

La tabla 3 muestra las frecuencias de las variables participación diaria en juegos online (PDJO), la nota media en Ciencias (NMC) y nota media de Matemática (NMM). Se observa que la cantidad de estudiantes españoles que declaran participar diariamente en juegos online es menor que en los países miembros de la UE y la OCDE. Estos datos no describen a simple vista una relación entre la PDJO y la NMC (NMM respectivamente).

No obstante, otros estudios similares analizan los riesgos y los patrones de juego e identifican relaciones significativas entre el control parental y el rendimiento académico, en este sentido un mayor número de horas de juego se relaciona con un bajo rendimiento escolar (Irles, Perona y Baños, 2015).

CONCLUSIONES

El primer aspecto analizado en este trabajo fue la relación entre rendimiento escolar y el país de origen del estudiante. Al respecto se visualiza que en España existe un bajo rendimiento escolar relacionado con el país de origen del estudiante, es decir los estudiantes inmigrantes mostraron un rendimiento inferior frente a sus colegas nativos. Cabe destacar que el abandono escolar temprano en España se relaciona con el nivel educativo de sus padres, por tanto, la influencia de la situación socioeconómica y cultural de la familia tiene efecto en el rendimiento escolar del estudiante. En definitiva, se evidencian la existencia de una brecha social en la Educación, y la necesidad de la implementación de mejores políticas de integración educacional que podrían ayudar a disminuir estas diferencias aún presentes en algunas comunidades autónomas españolas.

Otro punto analizado fue la relación del rendimiento escolar y la conexión a Internet. En este sentido, la disponibilidad de conexión a Internet en el hogar permite el acceso a contenidos digitales que pueden ser beneficiosos para que los estudiantes obtengan buenos resultados docentes, siempre que las exposiciones sean moderadas y controladas. No obstante, las exposiciones excesivas a Internet de manera improductiva, no conducen al crecimiento de las habilidades digitales, de modo que se pierden oportunidades educativas potencialmente beneficiosas. Por otro lado, los estudiantes que no tienen acceso a Internet en el hogar no podrán acceder a una

educación virtual, van a presentar dificultad para obtener la información digital, no podrán realizar actividades online desde el hogar, y por consiguiente, su rendimiento escolar se verá afectado. En definitiva, este trabajo visualiza la presencia en España de una brecha digital en un grupo de estudiantes vulnerables frente a los nuevos escenarios y retos educativos provocados por la crisis sanitaria COVID-19 en el curso 2019-2020

Por último, se estudia la relación del rendimiento escolar y el uso diario de dispositivos digitales. En este sentido el uso diario de dispositivos digitales favorece el cambio de rutinas y hábitos en los estudiantes, constituye una nueva forma para acceder a las informaciones, y en consecuencia este aspecto puede guardar relación con el rendimiento escolar de los estudiantes. En este sentido se consideró el uso diario de dispositivos digitales una variable compleja, compuesta por tres dimensiones, los resultados fueron los siguientes: 1- el uso excesivo de las redes sociales puede generar impactos negativos en el ámbito académico y por ende, repercutir en el rendimiento escolar con peores resultados docentes, 2- la lectura diaria de noticias online tiene una influencia positiva en el rendimiento escolar del estudiante, 3- un mayor número de horas de juego se relaciona con un bajo rendimiento escolar, por esta razón, se debe promover un modelo de juego seguro y controlado.

A modo de cierre, nuevos escenarios influencian el sistema educativo, a saber, el desarrollo vertiginoso de las TIC aplicadas a la educación, los procesos de globalización y los movimientos migratorios. En consecuencia, un impulso a la educación online se abre con un lente crítico que permite la reflexión sobre los nuevos retos que se exigen en la sociedad contemporánea. Paralelamente, surge la necesidad de incrementar las investigaciones para allanar el camino y promover la adopción de nuevas soluciones que permitan el perfeccionamiento de la educación virtual. En este sentido, las instituciones y los gobiernos deben adaptarse rápidamente y adoptar nuevas políticas de integración que garanticen la equidad y la innovación en la educación. En este escenario, las TIC tienen un impacto decisivo en las transformaciones de la dinámica educativa, que rebasa la mera experiencia intercultural persona a persona y la reemplaza por una experiencia de conectividad intercultural.

NOTAS

1. La OCDE es una Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, es un organismo de cooperación internacional, compuesto por 37 estados. El informe PISA es un estudio llevado a cabo por la OCDE a nivel mundial que mide el rendimiento académico de los alumnos en matemáticas, ciencia y lectura, por sus siglas en inglés PISA significa *Programme for International Student Assessment*.

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2021), 24(1), pp. 351-365.
DOI: http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27960 – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306

BIBLIOGRAFÍA

Adick, C. (2018). Bereday and Hilker: origins of the 'four steps of comparison'model. *Comparative Education*, *54*(1), 35-48. https://doi.org/10.1080/03050068.2017.1396088

Balerdi, F. E., Larrañaga, J. G., Cartón, H. M., y Aranguren, E. A. (2018). Acogida del alumnado inmigrante recién llegado en la escuela inclusiva. El caso de Cataluña, País Vasco y Francia. *RES: Revista de Educación Social*, *27*, 93-119.

Belvis, E., Moreno, M. V., y Ferrer, F. (2009). Los factores explicativos del éxito y fracaso académico en las universidades españolas, en los años del cambio hacia la convergencia europea. *Revista española de educación comparada*, *15*, 61-92. http://revistas.uned.es/index.php/REEC/article/view/7503

Bulman, G., y Fairlie, R. W. (2016). Technology and education: Computers, software, and the internet. In *Handbook of the Economics of Education,* (Vol. 5), 239-280. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63459-7.00005-1

Caamaño, D. P. (2009). Soporte tecnológico y gestión educativa de la inmigración. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. http://dx.doi.org/10.14201/eks.7521

Castañeda Quintero, L. J., y Adell, J. (2013). Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red. Editorial Marfil. http://www.um.es/ple/libro/

Caamaño, P. D. (2013). *Familia, educación e inmigración. Un programa de intervención pedagógica*. [Tesis doctoral]. Universidad de Santiago de Compostela.

Cebrián, A., Trillo, A., y González, A. (2019). *PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español*. Ministerio de Educación.

Condeza, R., Bachmann, I., y Mújica, C. (2014). El consumo de noticias de los adolescentes chilenos: intereses, motivaciones y percepciones sobre la agenda informativa. *Comunicar*, *43*(XXII), 55-64. http://dx.doi.org/10.3916/C43-2014-05

Coin, F. (2017). Does Enactive Teaching Improve Inclusion of Immigrant Pupils? A Research in Northern Italy's Schools. *SAGE Open, 7*(2). https://doi.org/10.1177/2158244017706403

Contucci, P., y Sandell, R. (2015). How integrated are immigrants? *Demographic Research*, *33*, 1271-1280. https://doi.org/10.4054/DemRes.2015.33.46

Díaz-Vicario, A., Mercader, C., y Gairín, J. (2019). Uso problemático de las TIC en adolescentes. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 21*(e07), 1-11. https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e07.1882

Dryden-Peterson, S. (2016). Refugee education: The crossroads of globalization. *Educational Researcher*, *45*(9), 473-482. https://doi.org/10.3102/0013189X16683398

Echazarra, A. (2018). How Has Internet Use Changed between 2012 and 2015? PISA in Focus No. 83. *OECD Publishing*. https://doi.org/10.1787/22260919

Esteban, A. N. (2020). El derecho a la educación de los menores refugiados y solicitantes de asilo desde el enfoque basado en los derechos humanos: dificultades, finalidad e intervención educativa. *Revista española de educación comparada*, *35*, 70-91. https://doi.org/10.5944/reec.35.2020.24342

Fuentes, M. D. C., y Gutiérrez, J. J. T. (2013). ¿Mejoran las TIC los resultados académicos de los estudiantes españoles? *Extoikos*, *9*, 51-58.

Goicochea, M. A. D. (2008). El adolescente inmigrado latinoamericano en la escuela

española. Las miradas docentes. *Revista española de educación comparada*, *14*, 79-102.

González Merino, A. (2020). *Panorama de la Educación 2019. Indicadores de la OCDE. Informe español. Versión preliminar*. Ministerio de Educación.

Gurría, A. (2016). PISA 2015 resultados clave. *OECD*. https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf

Huddleston, T., Niessen, J., y Tjaden, J. D. (2013). Using EU indicators of immigrant integration. *Final Report for Directorate-General for Home Affairs. Brussels: European Commission*.

Hurwitz, L. B., y Schmitt, K. L. (2020). Can children benefit from early internet exposure? Short-and long-term links between internet use, digital skill, and academic performance. *Computers y Education*,*146*,https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103750

Irles, D. L., Perona, V. C., y Baños, Y. S. (2015). Relaciones entre hábitos de uso de videojuegos, control parental y rendimiento escolar. *European journal of investigation in Health, Psychology and education*, *3*(3), 237-248. https://doi.org/10.30552/ejihpe.v3i3.58

Kogan, I. (2016). "Integration Policies and Immigrants' Labor Market Outcomes in Europe". *Sociological Science,* 3, 335-358. https://doi.org/10.15195/v3.a16

Lieberman, D. A., y Gamst, G. (2015). Intercultural communication competence revisited: Linking the intercultural and multicultural fields. *International Journal of Intercultural Relations*, *48*, 17-19. https://doi.org/10.1016/j.ijintrel.2015.03.007

Leicht, A., Heiss, J., y Byun, W. J. (2018). *Issues and trends in education for sustainable development* (Vol. 5). UNESCO Publishing. http://hdl.voced.edu.au/10707/451212

Manning, A., y Roy, S. (2010). Culture clash or culture club? National identity in Britain. https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2009.02335.x

Marks, A. K., McKenna, J. L., y Coll, C. G. (2018). National immigration receiving contexts. *European Psychologist*, *17*(2), 105-119. https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000311

Martí Marco, M. R. (2019). *Una introducción a los estudios de Educación Comparada en Alemania* ("Vergleichende Erziehungswissenschaft"). https://doi.org/10.5944/reec.34.2019.24338

Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., y González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *13*(2), 469-486. https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a

Moledo, M. L., Rego, M. A. S., y Otero, A. G. (2012). Inmigración y educación. ¿Influye el nivel educativo de los padres en el rendimiento académico de los hijos? *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, *24*(2), 129-148. http://dx.doi.org/10.14201/10358

Mombelli, D. (2019). La metodología comparatista en los estudios literarios. https://doi.org/10.5944/reec.34.2019.24379

OCDE (2016) *OCDE Cooperación al Desarrollo Examen de Pares España 2016* https://doi.org/10.1787/9789264260139-es

Rodicio-García, M. L., Ríos-de-Deus, M. P., Mosquera-González, M. J., y Abilleira, M. P. (2020). La brecha digital en estudiantes españoles ante la Crisis de la Covid-19. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, *9*(3). https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.3.006

Schachner, M. K. (2019). From equality and inclusion to cultural pluralism–Evolution and effects of cultural diversity perspectives in schools. *European Journal of Developmental Psychology*,

16(1), 1-17. https://doi.org/10.1080/17405629.2017.1326378

Secretaría General Técnica (2020). Datos y cifras Curso escolar 2019/2020 (2020). *Subdirección General de Estadística y Estudios*. Editorial Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación y Formación Profesional. https://sede.educacion.gob.es/publiventa/datos-y-cifras-curso-escolar-20192020/ensenanza-estadisticas/23109

Spörlein, C., y Schlueter, E. (2018). How education systems shape cross-national ethnic inequality in math competence scores: Moving beyond mean differences. *PloS one*, *13*(3). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193738

Terrén, E. (2007). Inmigración, diversidad cultural y globalización. *Educación e inmigración: nuevos retos para España en una perspectiva comparada. Centro de Investigaciones Sociológicas*.

Torres Kompen, R., y Costa, C. (2013). *Formación continua, aprendizaje a lo largo de la vida y PLEs*. http://hdl.handle.net/10201/30412

Valero, D., y Viñas, T. P. (2019). Educación Inclusiva del Alumnado Inmigrante: Lecciones desde Estados Unidos, Canadá y Australia. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, *7*(3), 316-338. https://doi.org/10.17583/remie.2017.2946

Werbach, K., y Hunter, D. (2015). *The gamification toolkit: dynamics, mechanics, and components for the win*. *Wharton School Press*.

Zubíková, A. (2019, October). Integration of immigrants in the EU_15: success or failure? *Proceedings of Economics and Finance Conferences* (No. 10112410). International Institute of Social and Economic Sciences. https://doi.org/10.20472/EFC.2019.012.025

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LA AUTORA

Inés María González Vidal. Miembro del Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (Tecnoeduc). Fue profesora de la Facultad de Contabilidad y Finanzas, Universidad de la Habana y profesora sustituta del Instituto de Computación, Universidad Federal de Alagoas. Actualmente vinculada al programa de doctorado Equidad e Innovación de la Facultad de Educación de la Universidad de Santiago de Compostela. Líneas investigación e-learning, hipermedia adaptativa, sistemas de información. https://orcid.org/0000-0003-0559-0321
E-mail: inesmaria.gonzalez@rai.usc.es.

Dirección: Programa de doctorado en Equidad e Innovación en Educación
Universidad de Santiago de Compostela

Fecha de recepción del artículo: 29/07/2020
Fecha de aceptación del artículo: 25/08/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 07/09/2020

CRITERIOS Y NORMAS DE REDACCIÓN Y PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS

La Política Editorial de la *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, se concreta en los siguientes criterios:

- **De la AIESAD. La RIED.** *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia se configura como el instrumento de la Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia* (AIESAD) para la difusión de trabajos de carácter científico, experiencias, convocatorias e información bibliográfica, dentro del ámbito de la enseñanza/aprendizaje abierto y a distancia en sus diferentes formulaciones y presentaciones.
- **Arbitrada.** La RIED es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de evaluación externa de revisión por pares (doble ciego). identificándose cada trabajo con un **DOI** *(Digital Object Identifier System)*.
- **Periodicidad y formato.** La RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, tiene una periodicidad semestral (un volumen anual con dos números). Se edita en doble versión: impresa (ISSN: 1138-2783) y electrónica (E-ISSN: 1390-3306I).
- **Idioma de los trabajos.** Podrán presentarse trabajos en lengua española, portuguesa e inglesa.
- **Requisitos.** Toda propuesta de colaboración deberá reunir los siguientes requisitos:
  - hacer referencia al campo de especialización propio de la RIED;
  - estar científicamente fundada y gozar de unidad interna;
  - suponer una ayuda para la profundización en las diversas dimensiones y ámbitos de la educación abierta y a distancia y de las TIC aplicadas a la educación.
  - Se primarán los trabajos sujetos al modelo IMRyD *(Introducción, Metodología, Resultados y Discusión)* y que puedan tener incidencia en la educación superior.
- **Trabajo original.** Los trabajos enviados a la RIED para su publicación deberán constituir una colaboración original no publicada previamente en soporte alguno, ni encontrarse en proceso de publicación o valoración en cualquiera otra revista o proyecto editorial.
- **Normas de redacción y presentación.** Los trabajos deberán atenerse a las normas de redacción y presentación de carácter formal de la RIED. Las colaboraciones enviadas a la RIED que no se ajusten a ellas serán desestimadas.
- **Recepción de originales.** La Secretaría de la RIED acusará la recepción del manuscrito enviado por el autor/es. El Consejo de Redacción revisará el artículo enviado informando al autor/es, en caso necesario, si se adecua al campo temático de la revista y al cumplimiento de las normas y requisitos formales de redacción y presentación. En el caso de que todos los aspectos sean favorables, se procederá a la revisión por pares del artículo.
- **Revisión externa.** Antes de la publicación, los manuscritos enviados serán valorados de forma anónima por dos miembros del Comité Científico o Evaluadores Externos (revisión por pares), por el sistema de doble ciego que, en su caso, realizarán sugerencias para la revisión y mejora en vistas a la elaboración de una nueva versión. Para la publicación definitiva se requiere la valoración positiva de ambos revisores. En caso de controversia evidente por parte de éstos, se requerirá de una tercera valoración para su aceptación, modificación o rechazo definitivos de la publicación.
- **Criterios de Evaluación del Comité Científico y Evaluadores Externos.** Los criterios de valoración de cada artículo que justifican la decisión de aceptación/modificación/rechazo se basan en los siguientes ejes:
  - interés del campo de estudio al ámbito de los formatos educativos no presenciales, prioritariamente con posible incidencia en la educación superior.
  - relevancia, originalidad e información valiosa de las aportaciones,
  - aplicabilidad de los resultados para la resolución de problemas.
  - actualidad y novedad,
  - avance del conocimiento científico,
  - fiabilidad y validez científica: calidad metodológica contrastada,
  - correcta organización, redacción y estilo de la presentación del material.
- **Información.** La Secretaría de la RIED informará a los autores de la decisión de aceptación, modificación y rechazo de cada uno de los artículos. La corrección de pruebas de imprenta la hará la RIED cotejando con el original.
- **Política de privacidad:** Se mantendrá y preservará en todos los casos y circunstancias el anonimato de los autores y el contenido de los artículos desde la recepción del manuscrito hasta su publicación. La información obtenida en el proceso de revisión y evaluación tendrá carácter confidencial.
- **Fuentes.** Los autores citarán debidamente las fuentes de extracción de datos, figuras e información de manera explícita y tangible tanto en la bibliografía, como en las referencias. Si el incumplimiento se detectase durante el proceso de revisión o evaluación se desestimará automáticamente la publicación del artículo.
- **Responsabilidad.** RIED no se hará responsable de las ideas y opiniones expresadas en los trabajos publicados. La responsabilidad plena será de los autores de los mismos.
- **Licencia.** Los textos publicados en esta revista están sujetos a una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional". Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente, hacer obras derivadas y usos comerciales siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la propia RIED.

OTRAS INFORMACIONES DE INTERÉS

- Procedimiento remisión de artículos: http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/editorialPolicies#custom-1
- Declaración ética sobre publicación y malas prácticas: http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/editorialPolicies#custom-2
- Directrices para autores. Normas para publicar en RIED: http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/submissions#authorGuidelines
- Lista de comprobación previa de los envíos: http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/submissions#privacyStatement

Revista Iberoamericana de Educación a Distancia

ARTÍCULO EDITORIAL

COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento

MONOGRÁFICO:

Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa

Aproximación a una definición de pensamiento computacional

Robots en la educación de la primera infancia: aprender a secuenciar acciones usando robots programables

Introducing robotics and block programming in elementary education

Combinando Impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje

Nuevas competencias digitales en estudiantes potenciadas con el uso de Realidad Aumentada. Estudio Piloto

A Review of Virtual Reality-Based Language Learning Apps

Argumentação em ambiente de realidade virtual: uma aproximação com futuros professores de Física

La comunicación en el aula universitaria en el contexto del COVID-19 a partir de la videoconferencia con Google Meet

Evaluación de un juego serio que contribuye a fortalecer el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de nivel medio superior

E-Guess: Usability Evaluation for Educational Games

Tecnologías Digitales para la atención de personas con Discapacidad Intelectual

Lack of skills, knowledge and competences in Higher Education about Industry 4.0 in the manufacturing sector

Empleo de dispositivos BCI en alumnos para la evaluación docente

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios

Influencia de las TIC en el rendimiento escolar de estudiantes vulnerables

ISSN 1138-2783

9 771138 278005

http://revistas.uned.es/index.php.ried