



AIESAD

Ried

**Revista Iberoamericana de
Educación a Distancia**

La Revista Iberoamericana de la Educación Digital

VOL. 23 N° 2 JULIO, 2020
ISSN: 1138-2783

RIED

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

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

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

INTERCAMBIOS y SUSCRIPCIONES:

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia.

UTPL – SAN CAYETANO ALTO, s/n

Loja (Ecuador)

ried@utpl.edu.ec

Consejo Directivo de AIESAD (Asesor en RIED)

- **Presidente:** Jaime Leal Afanador, Rector Magfco. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
- **Vicepresidente Primero:** Ricardo Mairal Usón, Rector Magfco. Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED. España
- **Vicepresidente Segundo:** Rodrigo Arias Camacho, Rector Magfco. Universidad Estatal a Distancia UNED. Costa Rica
- **Vicepresidente Tercero:** Santiago Acosta Aide, Rector Magfco. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador
- **Vicepresidente Cuarto:** Concepción Barron Tirado, Coordinador CUED. Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM México
- **Vocales:**
 - Gilson Rodrigues. Director. Centro Universitario de Educación a Distancia del Estado de Río de Janeiro. CEDER. Brasil.
 - Alejandro Villar, Rector. Universidad Nacional de Quilmes UNQ. Argentina
 - Carla Padrel de Oliveira, Rector Universidad Aberta UAb. Portugal
 - Ángel Hernández. Rector Magfco. Universidad Abierta para Adultos UAPA. República Dominicana
- **Secretaría permanente y Tesorería:** Esther Souto Galván. Vicerrectora de Investigación e Internacionalización. Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED España.

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

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

Consejo Editorial (Editorial Board)

- 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. Duarte, 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 Sangrà, 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. Rosario de Rivas Manzano, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador
- Dra. Elena Bárcena Madera, UNED, España
- Dr. Santiago Mengual-Andrés, Universidad de Valencia

- Dr. José Manuel Sáez López, Profesor Facultad de Educación UNED, España

Secretaría Técnica (Technical Secretariat)

- Ing. José Luis García Boyé, AIESAD, España
- Dr. Salvador Montaner Villalba, Departamento de Lingüística Aplicada Universitat Politècnica de València, España
- Dra. Carolina Schmitt Nunes, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
- Lic. Iliana Ramírez Asanza, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador

Consejo de Redacción (Editing Board)

- Dra. Elena Bárcena Madera, UNED, España
- 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. Carolina Schmitt Nunes, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
- Dra. Beatriz Sedano Cuevas, Universidad Nacional de Educación a Distancia (Doctora Programa TIC-ETL), España
- Mónica Vilhelm, UNED, España

Apoyo Técnico (Technical Assistance)

- Ing. José Luis García Boyé, AIESAD, España
- Alexis Moreno-Pulido, Responsable de Biblioteca (UNED)
- Ing. Jackeline Alejandro Maza Idania, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador

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

BASES DE DATOS Y PLATAFORMAS DE EVALUACIÓN

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

- Actualidad Iberoamericana
- Asociación Internacional de Estudios en comunicación social
- CLARISE - Comunidad Latinoamericana Abierta Regional de Investigación Social y Educativa
- Educ.ar
- Enlaces educativos en español de la Universitat de València
- e-sPacio-UNED. Repositorio institucional de la UNED
- Institut Français de L'éducation
- Plataforma de revistas 360^o
- 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.

AIESAD



UNIVERSIDAD TÉCNICA
PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Científica del Sur



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. 23 N° 2

Julio, 2020

Índice

TENDENCIAS

Los saberes y competencias docentes en educación a distancia y digital. Una reflexión para la formación

(Teacher knowledge and skills in digital and distance education. A reflection for training)

García Aretio, L. 9

MONOGRÁFICO:

Análítica del aprendizaje y educación basada en datos: Un campo en expansión

(Learning analytics and data-driven education: A growing field)

Domínguez Figaredo, D.; Reich, J.; Ruipérez-Valiente, J. 33

Evaluating Learning Transfer from MOOCs to Workplaces: A Case Study from Teacher Education and Launching Innovation in Schools

(Evaluando la Transferencia del Aprendizaje de MOOCs al Centro de Trabajo: Un Estudio de Caso en Educación para el Profesorado y Lanzando Innovación en Colegios)

Napier, A. Huttner-Loan, E.; Reich, J. 45

Data-driven educational algorithms pedagogical framing

(El encuadre pedagógico de los algoritmos educativos basados en datos)

Domínguez Figaredo, D. 65

El Proceso de Implementación de Analíticas de Aprendizaje

(The Implementation Process of Learning Analytics)

Ruipérez-Valiente, J. 85

Analytics for Action: Assessing effectiveness and impact of data informed interventions on online modules

(Analíticas en acción: Evaluando la efectividad e impacto de intervenciones basadas en evidencia en cursos en línea)

Rafael Hidalgo, R.; Evans, G. 103

Evaluación del resultado académico de los estudiantes a partir del análisis del uso de los Sistemas de Control de Versiones

(Evaluation of students' academic results through the analysis of their use of Version Control Systems)

Gutiérrez Fernández, A.; Guerrero Higuera, A.; Conde González, M.; Fernández Llamas, C. 127

Predicción temprana de deserción mediante aprendizaje automático en cursos profesionales en línea (<i>Early dropout prediction via machine learning in professional online courses</i>) Urteaga, I.; Siri, L.; Garófalo, G.	147
Beneficios de la aplicación del paradigma de líneas de productos <i>software</i> para generar <i>dashboards</i> en contextos educativos (<i>Benefits of the software product line paradigm in generating dashboards for educational contexts</i>) Vázquez-Ingelmo, A.; Therón, R.	169
Achievements and challenges in learning analytics in Spain: The view of SNOLA (<i>Logros y retos en analítica del aprendizaje en España: La perspectiva de SNOLA</i>) Martínez-Monés, A.; Dimitriadis, Y.; Acquila-Natale, E.; Álvarez, A.; Caeiro-Rodríguez, M.; Cobos, R.; Conde-González, M.; García-Peñalvo, F.; Hernández-Leo, D.; Menchaca Sierra, I.; Muñoz- Merino, P.; Ros, S.; Sancho-Vinuesa, T.	187
Privacidad, seguridad y legalidad en soluciones educativas basadas en Blockchain: Una Revisión Sistemática de la Literatura (<i>Privacy, security and legality in educational solutions based on Blockchain: A Systematic Literature Review</i>) Amo Filvà, D.; Alier, M.; García-Peñalvo, F.; Fonseca, D.; Casañ, M.	213
Consideraciones éticas en torno al uso de tecnologías basadas en datos masivos en la UNED (<i>Ethical considerations on the use of massive data-based technologies in UNED</i>) Aznarte, J.	237

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

Resistencia docente al cambio: Caracterización y estrategias para un problema no resuelto (<i>Teachers resistance to change: Features and strategies for an unsolved issue</i>) Córica, J.	255
Violencia a través de las TIC: comportamientos diferenciados por género (<i>Violence through ICT: behaviors differentiated by gender</i>) Domínguez Alonso, J.; Portela Pino, I.	273
Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: percepciones del profesorado (<i>ICT potentials and their role in promoting creativity: teachers' perceptions</i>) Cuetos Revuelta, M.; Grijalbo Fernández, L.; Argüeso Vaca, E.; Escamilla Gómez, V.; Ballesteros Gómez, R.	287
Desarrollo de un cuestionario de evaluación de la competencia docente en línea (<i>Development of an assessment questionnaire for on-line teaching competency</i>) Luna Serrano, E.; Hernández Villafañá, A.	307

Tendencias

Los saberes y competencias docentes en educación a distancia y digital. Una reflexión para la formación

(Teacher knowledge and skills in digital and distance education. A reflection for training)

Lorenzo García Aretio
UNED (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26540>

Cómo referenciar este artículo:

García Aretio, L. (2020). Los saberes y competencias docentes en educación a distancia y digital. Una reflexión para la formación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 09-30. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26540>

Resumen

Se pretende articular el estudio y la investigación científica, con el fin de generar teorías consistentes con la práctica educativa y los procedimientos técnicos puestos en acción para dotar de mayor consistencia, calidad y, por tanto, credibilidad a los formatos educativos no presenciales. Así, abordamos en este trabajo una breve delimitación sobre los diferentes ámbitos del conocimiento y de los saberes en el campo educativo para posteriormente, buscando esa relación, proponer los compromisos y las competencias que un docente de esta modalidad, preferentemente de nivel educativo superior, debería integrar en su corpus de conocimientos profesionales. En consecuencia, se describen los cuatro ámbitos más destacados del saber en educación: científico, teórico, técnico y práctico y las intersecciones entre ellos, para llegar a los compromisos y competencias de un docente, preferentemente universitario, que labora en formatos educativos no presenciales. Concluimos con que estos compromisos serían de carácter: profesional-laboral, ético, formativo, colaborativo y de gestión. Y en ese marco se englobarían los ámbitos de competencias docentes que deberían abarcar cuatro áreas: a) competencia disciplinar (materia o disciplina que se imparte), b) competencia pedagógica (metodología, comunicación, tutoría, evaluación, etc.), c) competencia tecnológica (aplicada al ámbito disciplinar, al pedagógico y a la investigación), y d) competencia de investigación e innovación (aplicada a su vez, a lo disciplinar, a lo pedagógico y a lo tecnológico). En suma, toda una base de reflexión para la capacitación de docentes.

Palabras clave: educación a distancia; saber científico, teórico, técnico y práctico; competencias disciplinares, pedagógicas, tecnológicas y de investigación.

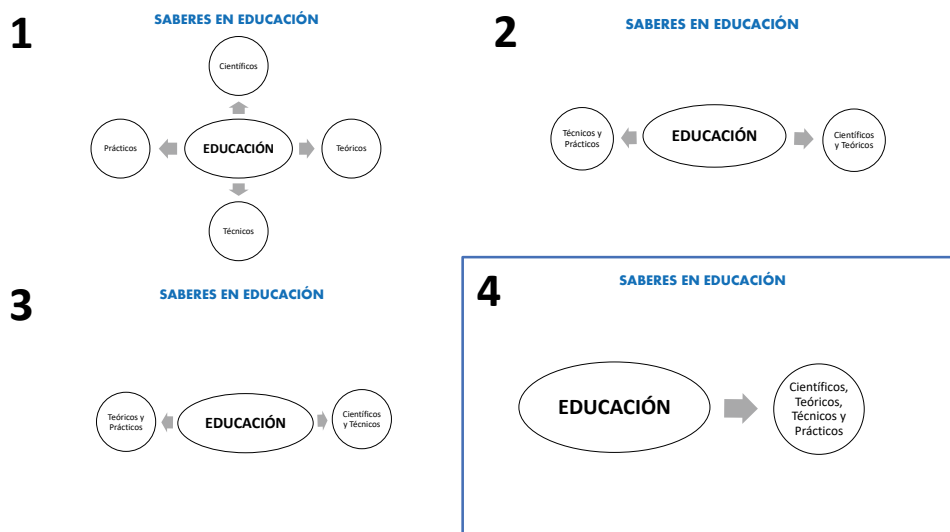
Abstract

This work intends to articulate the study and scientific research, in order to generate theories consistent with the educational practice and technical procedures put into action for the purpose of greater consistency, quality and, therefore, credibility to non-face-to-face educational formats. Thus, we discuss a brief delimitation on the different parameters of knowledge in the educational field, to propose afterwards, by looking into their relationships, the commitments and skills that teachers of this modality -above all those in higher educational levels- should integrate into their professional knowledge. Consequently, the four most relevant aspects of knowledge in education -scientific, theoretical, technical and practical knowledge, and the intersections between them- are described leading to the commitments and skills of higher education teachers who work in non-face-to-face educational formats. We conclude that these commitments would be of a professional, ethical, formative, collaborative and management nature. In this framework, the areas of teaching skills covering these four aspects would be included: a) subject competence (subject or discipline taught), b) pedagogical competence (methodology, communication, tutoring, evaluation, etc.), c) technological competence (applied to the subject, pedagogy and research), and d) research and innovation competence (applied, in turn, to the epistemological, pedagogical and technological fields). In sum, a holistic reflection on teacher training.

Keywords: distance education; scientific, theoretical, technical and practical knowledge; epistemological, pedagogical, technological and research skills.

En el ámbito de los saberes sobre educación en general y sobre educación a distancia en sus diferentes formulaciones, en particular, parecería lo más coherente el que existiese la máxima concordancia entre los diferentes tipos de conocimiento y de saberes cuyo objeto es la educación (Coll, Onrubia y Mauri, 2008). Sin embargo, no es lo más habitual encontrar relaciones sólidas, por ejemplo, entre los saberes científicos y teóricos sobre educación a distancia y los saberes ligados a la acción, sean prácticos o técnicos, en los desarrollos educativos en esta modalidad (Clará y Mauri, 2010). Un esfuerzo que tratase de articular el estudio, esto es, la investigación científica que genere teorías consistentes, con la práctica educativa y los procedimientos técnicos puestos en acción, dotaría de mayor consistencia, calidad y, por tanto, credibilidad a los formatos educativos no presenciales (figura 1).

Figura 1. Dirección de los saberes sobre Educación



En el cuadrante 1 de esta figura, cada uno de los saberes apunta en sentido diferente. En el cuadrante 2 parecería que existe alguna cercanía mayor entre los saberes científico y teórico, por una parte, y los saberes técnicos y prácticos, por otra. El cuadrante 3 nos aproxima a otra forma de ver o entender estos conocimientos, sin problemas para relacionar lo científico y teórico en un enfoque y los teórico y práctico en otro. Y, finalmente, a la concordancia que proponemos entre los cuatro ámbitos de saberes, todos apuntando en dirección concordante.

Debemos avanzar que, en cuanto a resultados medibles, cifrados en el rendimiento y en el logro de aprendizajes, no parece que la educación a distancia deba “sonrojarse” al comparar los logros académicos de sus estudiantes con los de la educación presencial (García Aretio, 2017). Sin embargo, en cuanto a la relación, concordancia y coherencia de las propuestas teóricas con respecto a las realizaciones prácticas, tanto en los formatos presenciales como a distancia, en el entorno de los saberes pedagógicos no se constata optimismo al respecto, dado que sigue existiendo distancia entre lo que se estudia e investiga, lo que se practica y los procedimientos técnicos puestos en juego. Con ello, quisiéramos reforzar nuestro convencimiento de que, si existiese esa concordancia entre los distintos saberes, parecería que la calidad de los procesos educativos podría incrementarse.

En el presente trabajo abogamos por una formación de docentes, expertos e investigadores en el campo de la educación a distancia, hoy habitualmente sustentada en soportes digitales, que trate de aproximar al máximo los esfuerzos ligados a la investigación y a la innovación en esta modalidad con la práctica docente. En el caso de una investigación, una innovación, cuyos resultados no tuviesen incidencia

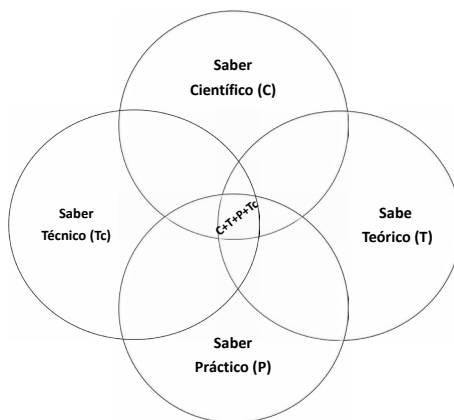
alguna en la calidad de la acción educativa, se conformarían como una inversión de recursos económicos y humanos absolutamente baldíos.

En la búsqueda de esta concordancia y relación, ofrecemos en primer lugar una breve delimitación sobre los diferentes ámbitos del conocimiento y de los saberes en el campo educativo para posteriormente, buscando esa relación, proponer los compromisos y las competencias que un docente de esta modalidad, preferentemente de nivel educativo superior, debería integrar en su corpus de conocimientos profesionales. Resulta obvio que no sería exigible a cualquier docente de educación a distancia acercarse a todo este tipo de saberes en profundidad; eso lo dejaríamos para los estudiosos e investigadores que tomasen, precisamente como objeto de estudio, a la educación a distancia. Los docentes deberán buscar esas concordancias entre los resultados de las investigaciones y su acción educadora. Estimamos que el trabajo aporta elementos para la reflexión, enfocada a la formación de docentes y expertos en educación a distancia, que hoy se sustenta fundamentalmente en soportes digitales.

LOS SABERES EN EDUCACIÓN A DISTANCIA

Son diversas las formas en que quienes trabajamos como docentes, diseñadores, responsables institucionales, técnicos, estudiosos, investigadores, etc., de la educación a distancia, tenemos para aproximarnos a su conocimiento o para desenvolver las competencias requeridas en cada caso. Nos estamos refiriendo a las diferentes formas de aproximación al saber sobre la educación a distancia en sus múltiples manifestaciones, dimensiones y propuestas con que esta modalidad se nos presenta hoy y se nos ha presentado a lo largo de las últimas décadas. Proponemos las que entendemos como más destacadas formas de este saber: científico, teórico, práctico y técnico (Medina, 1981). Las significamos en la figura 2 visualizando como la intersección entre los cuatro ámbitos sería la ideal.

Figura 2. Saberes pedagógicos y en educación a distancia



El saber científico

Esta forma de acercarnos al saber sobre educación sería en extremo demostrativa, necesaria, rigurosamente lógica y, en fin, deducida a partir de los primeros principios evidentes por sí mismos. Claro que, con estas características, ese saber científico quedaría muy reducido a las ciencias más formales, a las ciencias “duras”. A esas características propias de las primeras concepciones de saber científico, poco a poco se le fueron agregando otras tales como la inducción, las otras formas de demostración, no solo lógica, sino por verificación, falsación, testabilidad..., la ampliación, en fin, del concepto de ciencia hasta incluir saberes tradicionalmente adscritos a otros tipos de reflexión, tales como las ciencias sociales y humanas (Medina, 1981). De otra manera el saber científico en torno a la educación no existiría y, por ende, tampoco el referido a la educación a distancia.

No cabe duda de que nos encontraríamos ante la forma de conocer más garantista de resolver exitosamente los problemas que pudieran presentárenos en el campo de nuestro interés. Si los enunciados que pudiéramos afirmar sobre el campo que nos ocupa tienen la posibilidad de comprobarse, llegaríamos al pretendido asentimiento generalizado que se trataría de buscar. La ciencia pedagógica trata de elaborar sistemáticamente sus propios principios, ideas y conceptos en torno a su objeto de estudio, la educación, mediante la pertinente metodología de investigación, y pretende resolver los problemas teóricos y tecnológicos que le son propios. Y éste debería ser empeño de los estudiosos e investigadores de la educación a distancia: la reflexión, comprensión, interpretación, explicación, descripción, predicción, descubrimiento, justificación y prescripción de los múltiples hechos, situaciones y acciones educativas que sucedieron, ocurren o pueden producirse en este campo (Medina, 1981; Medina, Rodríguez y García-Aretio, 1992).

Concebimos la pedagogía como la ciencia que aporta fundamentación teórica, tecnológica y axiológica, dirigida a explicar, interpretar, decidir y ordenar la práctica de la educación. Así, en el área que ahora nos importa y partiendo de que la educación a distancia ante todo es educación, nuestro reto debe ir encaminado a fundamentar, con el fin de poder explicar, interpretar, decidir y ordenar la práctica en los formatos educativos no presenciales.

Abogamos, por tanto, en educación a distancia, sin menospreciar, ni prescindir de las otras formas de conocer a las que ahora aludiremos, por unos conocimientos relacionados unos con otros de forma coherente, generalizables, con suficiente grado de objetividad y contrastados mediante métodos de verificación fiables.

El saber teórico

El saber teórico está muy ligado al saber científico, pero también al práctico, aunque la teoría en su concepción originaria hace mención al simple, o no tan simple, acto de ver, observar o contemplar. Es decir, en aquella concepción, limitarse a la observación sin que la misma se contamine con la actividad práctica. Sería algo así como el conocimiento por el conocimiento sin afán de aplicación posterior. Saber teórico sobre educación a distancia sería, simplemente, conocimiento de la educación a distancia. Pero ese conocimiento no es estático y para siempre, sino que es provisional, evoluciona y crece (Popper, 1962). Esa evolución, según los momentos, genera a su vez enfoques teóricos que pueden ser diferentes entre sí al exigir que, tras esa observación, se supiera describir y explicar esa realidad cuidando de relacionar los hechos y fenómenos de forma debidamente articulados. Y, si hablamos de evolución en el campo de la educación a distancia, los cambios han sido patentes y, en consecuencia, también los enfoques teóricos.

Aunque los saberes teóricos y prácticos se han venido considerando como opuestos, deberíamos entender que la teoría, tal y como se concibe hoy (alejada de su significado primigenio), sólo tendría sentido si se llega a convertir en un conocimiento instrumental al servicio de esa práctica, al ofrecer el conocimiento preciso para explicar las causas, cuestión que también estaría ligada al saber técnico. Así podríamos entender que teoría y práctica son saberes recíprocos, que deben estar integrados (Medina, 1981).

Actualmente la teoría amplía su cometido, yendo más allá de la pura contemplación, descripción o explicación dado que también desde la teoría se pueden abordar fenómenos dinámicos y procesos, como es el caso de la educación en general y de la educación a distancia en particular. Ya en otro lugar, en el que recogíamos ideas nuestras de hace más de dos décadas, postulábamos el sentido de una teoría de la educación a distancia como *la construcción científica que consiste en la sistematización de las leyes, ideas, principios y normas, con objeto de describir, explicar, comprender y predecir el fenómeno educativo en la modalidad a distancia y regular la intervención pedagógica en este ámbito* (García Aretio, 2001). Y en

aquellos casos en que esa teoría no nos proporcionase reglas que puedan aplicarse para predecir y regular la intervención, es probable que nos facilite el lenguaje con el que construir descripciones más ajustadas (Schön, 1998).

Este conocimiento teórico así entendido estaría íntimamente ligado con los otros saberes. En todos los campos del saber se reconoce la importancia de los fundamentos teóricos para un desarrollo sólido de las realizaciones prácticas. No se puede avanzar, en nuestro caso en educación a distancia, si nos limitamos a mostrar sólo experiencias sobre qué es o cómo se hace o utiliza acá o allá una herramienta, un curso, una experiencia. Para describir una realidad y, quizás, para explicarla, no podemos limitarnos a mostrar datos descriptivos, perfiles, resultados sobre la experiencia, etc., aunque todo eso sea positivo y en muchos casos necesario. Han de hacerse propuestas teóricas explícitas que puedan discutirse y vayan ampliando su grado de consenso científico (Medina, Rodríguez y García-Aretio, 1992), y así reforzaríamos la calidad y los avances en los nuevos sistemas de enseñanza y aprendizaje digital. Han de comprenderse los diferentes modelos en los que se muestran estas diversas formas de enseñar y aprender.

El saber práctico

Resulta evidente que la pedagogía es una ciencia teórica y práctica a la vez, especulativa y normativa. Tal y como señalaba Hubert (1977), la pedagogía no es exclusivamente ni ciencia, ni técnica, ni filosofía, ni arte, sino todo ello a la vez y ordenado según articulaciones lógicas. Así, hablaríamos de una práctica apoyada en un saber científico y en una habilidad técnica que la facilita, y cimentada en unas ideas de valor que dan sentido de finalidad a la acción educadora (Medina, Rodríguez y García Aretio, 1992). Parece evidente, llegados aquí, que la teoría sin práctica difícilmente es posible, si es que no debe excluirse completamente. Sin embargo, la práctica sin teoría es posible, aunque es básicamente problemática y peligrosa en el educador profesional (Nassif, 1985).

Estaríamos hablando del saber basado en la experiencia, saber experimentado o saber espontáneo. Sería el saber propio del práctico, del educador a distancia que, a base de ensayo y error, por ejercicio, por hábito, sabe cómo actuar en las diferentes ocasiones que le brinda esta forma de educar. Es ésta una de las maneras más usuales de saber dentro de este ámbito. Se refiere a aquella intervención que está guiada por el sentido común, por los hábitos de los propios agentes, por la experiencia, la tradición, las creencias, las teorías implícitas... Se trata de una actuación que no se fundamenta en ninguna reflexión crítica consciente, ni en fundamentación científica alguna, sino únicamente en lo que es propio de esa forma de educar/enseñar según quienes la vienen practicando, por lo que, en consecuencia, se transmite de forma no sistemática (Medina, 1981).

En este sentido, la mayoría de los modelos y pautas de conducta de todos y cada uno de los agentes implicados se ponen en acción porque es lo asumido por la

generalidad, sin llevarse a cabo ninguna reflexión previa sobre la adecuación o no de los mismos. No se da sistematización ni planificación intencional expresa, sino que por medio de la observación y de la experiencia se van asumiendo aprendizajes a partir de los diversos modelos y propuestas conocidos que nos rodean (Medina, 1981). Se trataría, en definitiva, de un saber hacer que se sostiene por uso, quizás rutina, e inculcación de hábitos.

Este saber sobre la educación a distancia sería un saber directo, como decimos, carente de reflexión o consciencia y, consecuentemente, desprovisto de argumentos que muestren el por qué se actúa así y no de otra manera. Se trataría de aplicar aquello que vi hacer, aquello que intuyo o aquello que vengo haciendo con no malos resultados, pero sin razones ni tecnológicas ni científicas de por qué hago lo que hago, aunque a eso que hago le aplique el sentido común. Parece que es a través de este saber mediante el que se educa de forma mayoritaria, no solo en educación a distancia, también en los sistemas más convencionales. Y en lo que nos ocupa en este espacio, con más probabilidad, la realidad quizás sea porque el conocimiento de la educación a distancia de carácter más fiable, científico, en definitiva, está aún “en pañales” y el poco que existe está escasamente asimilado y divulgado. Amén del convencimiento que muchos tienen de que ese tipo de conocimiento sirve para poco dado que lo que hacen, basado en la experiencia, funciona bien.

Naturalmente, no despreciamos, ni mucho menos, este tipo de saber. Es más, estamos convencidos de su valor y de la necesidad de que quienes no tienen experiencia realicen inmersión en situaciones prácticas exitosas que otros desarrollan. Además, no nos cabe la menor duda de que el práctico exitoso con sus aplicaciones relativas a la educación a distancia está aplicando, aún sin percatarse de ello, principios, saberes... experimentados, recogidos del ejercicio, de la práctica pero que tienen su fundamento teórico y su base tecnológica o científica. En todo caso, existen propuestas y corrientes que abogan por reconocer al profesor como quien debe generar su propia teoría respecto a casos concretos, más que aplicar simplemente teorías generales propuestas por otros.

El saber técnico

En esta ocasión nos estaríamos refiriendo al saber hacer, pero en este caso saber hacer la educación a distancia conociendo el por qué, la causa por la que se hace lo que se hace, las razones de por qué la actividad que se pone en práctica tiene éxito o puede tenerlo. En este saber, la teoría y la práctica confluyen. Incluso diríamos que lo sustantivo es más el saber que el hacer. La técnica es siempre medio, un instrumento adecuado para el desarrollo de una acción que implica habilidad, destreza..., además de la utilización de instrumentos.

Estaríamos hablando de la tecnología, pero entendida en este caso como la reflexión sistemática y procesual sobre el saber técnico, y no tanto, como habitualmente se hace, como cacharrería, herramientas o instrumentos más o menos

sofisticada, como artefactos y artilugios. Desde este enfoque, un buen tecnólogo de la educación a distancia sería aquel, no que usa bien el *hard* y el *soft*, sino que actúa por razones bien fundamentadas; su especialidad serían las acciones racionales y su finalidad primordial el conseguir los resultados pretendidos con la mayor eficacia y eficiencia. Esa sería la base del proceder técnico, algo así como lo opuesto al proceder artesano. Las formas de actuar del artesano, por definición, no son científicas, actúa por tradición, por experiencia práctica, y por ello se puede dudar de su éxito porque la objetividad estaría ausente.

Sin embargo, no deberíamos confundir esta forma de entender la tecnología con la ciencia. Mientras que la ciencia busca leyes e interpreta hechos, la tecnología, que depende de aquella, persigue establecer normas e intervenir en la realidad para que suceda aquello que se pretende. En realidad, mientras el científico centra todo su esfuerzo en profundizar en el conocimiento, el técnico busca ese saber para hacer, en función de unos objetivos que, convenientemente ordenados, guían hacia un resultado previamente establecido. El saber técnico nos aportaría las bases de un modo eficaz de realizar la educación o, en un sentido más subjetivo, la habilidad o hábito que, siguiendo ciertas normas, va orientada a promover las acciones más convenientes en el proceder educativo (Medina, 1981; Medina, Rodríguez y García-Aretio, 1992).

Desde esta perspectiva sobraría hablar de tecnología cuando nos referimos sólo al ámbito de aplicación de las máquinas industriales, de la informática, de la telemática..., que no son otra cosa que las herramientas y las técnicas de que se vale la inteligencia para el logro de determinados fines. Por otra parte, también somos conscientes de que tanto la tecnología como la ciencia son conocimientos provisionales, como ya recordaba Popper (1962), en constante progreso mediante el proceso de comprobación, verificación y revisión tanto de los contenidos como de sus aplicaciones. Concordantemente, en educación a distancia se trataría de optimizar todas las variables que confluyeran en un determinado proyecto de acción formativa, planteándolas de forma estructurada, sistematizada, secuenciada y en complejidad creciente.

Es cierto que se ataca a este tipo de saber por su carácter eficientista al aplicar al hacer educativo los procedimientos de rentabilidad industrial o económica. Se buscan resultados, aplicación de técnicas con la idea de alcanzar los mejores productos de forma rápida y al menor coste posible, importando menos qué sea la educación a distancia y cómo mejorarla. Se haría difícil, con esta forma de proceder, el encontrar caminos diferentes que lleven a resultados distintos. El camino y los procedimientos, según este saber y entender tecnológico, tenderían a estar marcados y ser más unívocos. Estas normas con estructura uniforme preestablecida conformarían la aplicación extrema del paradigma tecnológico, más propiamente llamado en este caso tecnicista. El peligro es real habida cuenta de lo cómodo que resulta aceptar decisiones ajenas, perfectamente formalizadas, sin acudir a la crítica de éstas.

Este paradigma, así considerado, supondría una imposición de personas ajenas al proceso tanto para el alumno como para el docente, ejecutor de una

acción planificada, previsiblemente elaborada y controlada desde fuera del ámbito propiamente del educador y del educando. Negar la flexibilidad a los procesos pedagógicos sería tratar a los educandos como autómatas sujetos a estímulos ante los que habrían de reaccionar de manera uniforme cuando, en realidad, una misma norma técnica aplicada simultáneamente a distintos sujetos provoca reacciones diferentes y asimilaciones no idénticas en los mismos. Y esto suele adivinarse en determinados programas de educación a distancia en formatos digitales.

Sin embargo, frente a estos planteamientos extremos, pensamos que los esquemas de acción de los que, gracias a la tecnología, un docente puede disponer hoy en los sistemas a distancia, mejoran la intervención educativa porque han sido elaborados con base en fundamentos científicos, con el fin de validar la práctica educativa.

El paradigma tecnológico sigue presentando una gran influencia en las diferentes propuestas educativas. Pensamos que mediante este saber se pretende la reflexión, elaboración, explicación y posterior aplicación de elementos y procesos propios de la intervención educativa. Esto es, racionalizar, sistematizar los medios y procedimientos y hacer eficaces las decisiones pedagógicas que tratan de responder a los problemas reales de esta modalidad educativa; generar técnicas de acción educativa partiendo del progreso de la ciencia pedagógica que, no se olvide, al igual que la técnica que de ella se deriva es de carácter provisional. Así se hace tecnología en educación.

Resulta lógico que este saber tecnológico exija a los educadores a distancia, más conocimientos científicos y técnicos sobre esta forma de educar/enseñar, más reflexión crítica sobre su propia práctica, en definitiva, más competencia profesional y esfuerzo que les aleje de actuaciones precientíficas y espontáneas. No se trata de aplicar pasivamente un repertorio de técnicas, sino considerar los contextos, las situaciones, los condicionamientos... decisiones que conducirán al logro de los fines establecidos, teniendo en cuenta, a la vez, las características del sujeto al que va dirigida esa acción y su contexto. La decisión habrá de fundamentarse científicamente con el fin de elegir la mejor opción que se adecue a ese caso único y singular. Exigiría de la intervención flexible, adecuada y planificada de acuerdo con una serie de variables que inciden en el desarrollo del proceso educativo.

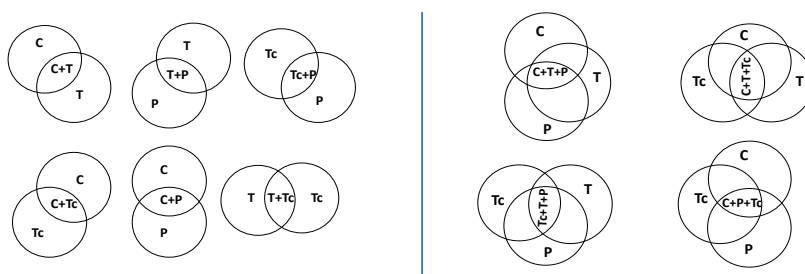
Así, las normas técnicas, entendemos que, para un educador a distancia serían de obligado conocimiento, pero no como propuesta encorsetada de acción y de aplicación indiscriminada y uniforme. La conducta humana, las características del individuo y grupo, las circunstancias en que acaece la acción educativa, el entorno físico o virtual, son elementos que indiscutiblemente han de considerarse siempre en cualquier acción educativa, además de que debería incentivarse el componente creativo de cada sujeto y de cada educador.

De esta manera, esas normas generadas desde el proceder tecnológico pueden valer, y mucho, para una acción planificada pero realimentada constantemente por esas variables antes señaladas y por otras que pudieran interferir en el proceso. Así estaríamos ante una forma de concebir la técnica aplicada a la educación que sea

abierta, flexible y positiva. Por todo ello, la actividad educativa en este campo ha de ser desempeñada por profesionales, tecnólogos que actúen científicamente, que comprendan los problemas educativos y el repertorio de conocimientos científicos que sobre el particular existen, los casos similares ya resueltos y las técnicas que permiten abordarlos.

Podríamos resumir con Henz (1968), que la pedagogía como ciencia teórico-práctica hace referencia simultáneamente a la *teoría*, al *conocimiento científico* del hecho educativo y a la aplicación *práctica* de ese conocimiento, al análisis científico de aquel hecho y al conjunto de normas derivadas de ese análisis (*técnica*) que guían y orientan el proceso educativo. Más allá de que en algunas circunstancias el sujeto sea dueño de uno solo de esos saberes, las diferentes combinaciones entre ellos que, tal como hemos tratado de exponer, en unos casos son más frecuentes que en otros y serían las que mostramos en la figura 3. Obviamente, apostamos por la concordancia de los cuatro saberes tal y como precisábamos en las intersecciones de la figura 2 (C+T+Tc+P).

Figura 3. Intersecciones entre los cuatro saberes



CONOCIMIENTOS, COMPROMISOS Y COMPETENCIAS EN LA DOCENCIA A DISTANCIA

Pues bien, realizado el repaso de esas modalidades de conocimientos relacionados con la educación en general y con la educación a distancia en particular, trataremos de concretar en la realidad de los entornos educativos a distancia. Es decir, nos importa el docente de educación a distancia en cualesquiera de los campos del saber, partiendo de la base de que la profesión del docente es de las más comprometedoras dada la responsabilidad personal y social que se asume. Parece que ante ese reto un profesional docente no se puede improvisar. Un profesor que está preparado para ejercer su tarea quiere decirse que trata de poner en acto una serie de conocimientos, compromisos y competencias que no son otra cosa que las obligaciones contraídas con la sociedad, con la institución y con sus estudiantes basadas en las propuestas avanzadas en el apartado anterior.

Aunque la propuesta explicitada en torno a los saberes pedagógicos en educación a distancia ha obviado algo imprescindible en el docente a distancia, en cualquier docente, el saber correspondiente a la disciplina que imparte y que, en este trabajo, lo debemos dar por supuesto. Más allá de que puedan existir didácticas específicas relativas a la disciplina o materia objeto de docencia.

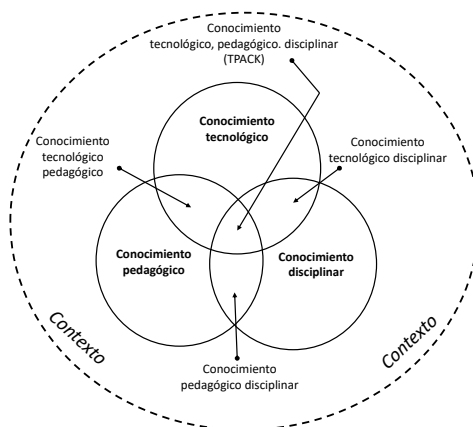
La propuesta que vamos a realizar referida a los conocimientos y competencias bien podría servir tanto para docentes presenciales como a distancia. Sin embargo, existen una serie de compromisos que resultan más propios de aquellos que realizan su actividad en entornos virtuales. En concreto, nos importa aquí destacar la relevancia de integrar los conocimientos y competencias técnicas y tecnológicas en los procesos de enseñanza, sin olvidar los otros. De ahí la necesidad aún más imperiosa de una formación docente de calidad (Rodríguez, Prieto y Vázquez, 2014)

Vamos a partir de la estructura gráfica del modelo TPACK (*Technological, Pedagogical, Content Knowledge*) de Mishra y Koehler (2006) y Koehler y Mishra (2008), con raíces en el enfoque del conocimiento pedagógico del contenido de Schulman (1986), que puede orientar al profesorado para esa integración de la tecnología en los procesos educativos. Estos autores tratan de enfatizar la interacción de tres tipos de conocimientos: a) *pedagógicos* sobre la manera de ejercer docencia de calidad, b) *disciplinares* sobre los contenidos de la disciplina o materia a impartir, y c) *tecnológicos* sobre la forma de aplicar las tecnologías, de acuerdo con los otros dos conocimientos. Si esos tres ámbitos se integran adecuadamente se producirá una mejora de la calidad, según indican los autores.

Pero no bastaría con tener claros esos tres ángulos de forma aislada, sino que debe asimilarlos en forma de interacción entre los mismos, dando así lugar a las siete zonas diferentes que nos propone el modelo (Cabero, 2014a), lo que nos exigirá a los docentes diferentes tipos de competencias específicas (Cejas, Navío y Barroso, 2016). Y todo ello considerado dentro de un *contexto socioinstitucional* que siempre condiciona (figura 4).

- *Conocimiento pedagógico (PK)*: Sobre pedagogía, didáctica y métodos de enseñanza.
- *Conocimiento disciplinar (CK)*: Sobre la materia o disciplina asignada para la docencia.
- *Conocimiento tecnológico (TK)*: Sobre las tecnologías actuales.
- *Conocimiento pedagógico disciplinar (PCK)*: Didáctica de la materia, conocimiento de la disciplina y de cómo enseñarla.
- *Conocimiento tecnológico disciplinar (TCK)*: Tecnologías más apropiadas para enseñar una materia concreta.
- *Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK)*: Las tecnologías en la educación. Usos pedagógicos de las TIC.
- *Conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar (TPACK)*: Integración de todos los conocimientos anteriormente señalados.

Figura 4. Modelo TPACK sobre conocimientos pedagógicos, tecnológicos y disciplinares (Mishra y Koehler, 2006)



Este modelo ha sido estudiado y aplicado en muy diversas áreas curriculares (Deng, Sing, So, Qian y Chen, 2017; Hu, Walker y Hsiao, 2013), así como en diferentes niveles de formación del profesorado (Cabero-Almenara, Roig-Vila y Mengual-Andrés, 2017; Rienties et al., 2013), con resultados desiguales.

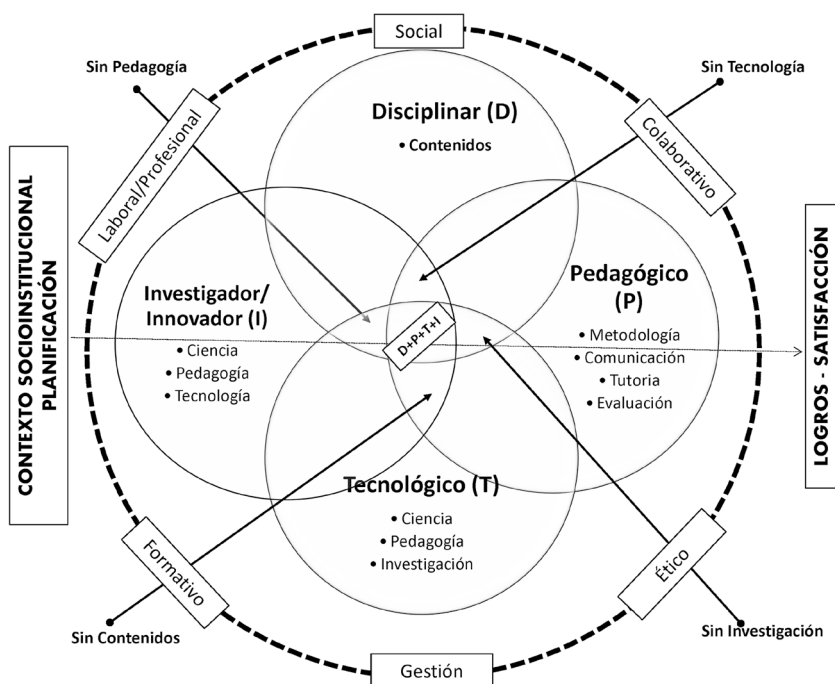
Sobre esta base gráfica, hemos construido nuestro esquema completando áreas que nos parecen relevantes dentro de los compromisos que ha de poner en juego un docente de hoy, sobre todo, si labora en un entorno de educación superior. De ahí la relevancia que le hemos asignado al compromiso investigador y de innovación, no contemplado en el modelo TPACK.

Además, tratamos de superar la esfera de las competencias para recalcar en el ámbito de los compromisos, de las obligaciones contraídas que suponen algo así como la palabra dada, a la sociedad, a la institución y a cada uno de los estudiantes puestos en manos del docente, referida a que se cuenta con la formación requerida para el desempeño de tan relevante profesión. Esos compromisos derivan en conocimientos, competencias, actitudes, tareas, etc., que pueden sugerir pautas de acción para el buen docente. Compromisos que, de acuerdo con Bautista, Borges y Forés (2006), no deberían ser muy diferentes a los mostrados por los colegas de la enseñanza convencional, aunque sí los roles que cada cual habría de jugar. Aunque no ha de olvidarse la necesidad de enfatizar en la formación para la adquisición de competencias relativas a la adecuada integración de las TIC en un mundo digital (Krumsvik, 2012) y, más concretamente, en la docencia universitaria (Durán, Gutiérrez y Prendes, 2016; Cabero, 2014b; Tejada, 2014).

Por nuestra parte y como decimos, nos vamos a basar en una actualización de nuestra propuesta (García Aretio, 2014) que nos ayudará a explicitar esos compromisos que entendemos debe integrar el buen docente (figura 5), siempre

teniendo en cuenta los saberes a los que hemos aludido en la primera parte de este trabajo. Deberemos partir del inevitable contexto socio-institucional en el que se encuentra inmersa nuestra labor docente: sociedad, institución, departamento, aula, taller, laboratorio... Habrán de considerarse todo tipo de condicionantes de carácter social, financiero, cultural, tecnológico y político de la zona e institución donde vaya a incardinarse por una parte la docencia y, por otra, el desempeño de la profesión (Bawane y Spector, 2009). Igualmente, no podrán obviarse los elementos propios de la planificación general de la institución o del programa de formación en cuestión. Esa planificación partirá de unas metas y objetivos institucionales que exigirán unos compromisos acordes con esos fines. La planificación concreta de la disciplina asignada que debería ser competencia de cada cual, también afectará a nuestro hacer educativo. Así, mirando desde el contexto socioinstitucional y la planificación, tanto institucional como disciplinar, la meta será que los estudiantes puestos a nuestro cargo alcancen finalmente aprendizajes valiosos y altos grados de satisfacción. Satisfacción que habría de medirse tanto a nivel interno como externo a la propia institución.

Figura 5. Compromisos y competencias del docente de calidad (García Aretio, 2014)



Señalada la dirección que ha de contemplar la buena práctica docente, observamos en el gráfico un contorno de compromisos irrenunciables a la responsabilidad de un buen profesor:

- *Compromiso profesional-laboral.* Debe saber lo que supone su misión y tarea como profesor o tutor, así como el ámbito propio y los límites de su actuación. Exige este compromiso cumplir las obligaciones contractuales asumidas, al más alto nivel. Ha de transformar la enseñanza en una profesión.
- *Compromiso social.* A través de los docentes, la sociedad hace posible que pueda satisfacerse un derecho fundamental, el de la educación. Se trata de una indeclinable responsabilidad de servicio a la sociedad.
- *Compromiso ético.* Deberá mostrar una incuestionable actitud ética en toda su actividad educadora. La ética profesional es la garantía última de nuestro trabajo. No puede educarse a cualquier precio, ni permitirse hablar de profesionalidad sin un compromiso deontológico serio en el trabajo.
- *Compromiso formativo, de actualización.* Hoy ninguna profesión puede satisfacer las demandas sociales y personales con la formación recibida en una preparación inicial más o menos lograda. Los avances sociales, tecnológicos, científicos..., están condicionando la marcha de toda profesión, de todo trabajo, por lo que va a exigir a cada uno la constante puesta al día. Saber anticiparse, generar nuevos conocimientos, profundizar en los procesos..., son elementos claves de la formación permanente de todo docente.
- *Compromiso colaborativo.* Compartir su pensamiento y acción docente con los otros miembros del equipo docente y otros colegas. Este compromiso habría de extenderse más allá del núcleo institucional participando en algunas de las numerosas redes diseñadas para la colaboración y el aprendizaje entre pares.
- *Compromiso de gestión.* Aunque no obligado, de acuerdo con la legislación universitaria española. La gestión del docente universitario se entiende como el compromiso personal que cada uno adquiere voluntariamente con la institución donde trabaja. Y en concreto, en una universidad, son numerosas y muy diversas las tareas de gestión que deberían desempeñar los docentes.

Si repasamos otros estudios, en concordancia con lo señalado, podrían destacarse como cinco roles profesionales del docente: el de especialista en su disciplina, el de docente y tutor de sus alumnos, el de investigador, el de profesional en su área (paralela a su actividad como docente) y el de gestor en alguna de las áreas (Cejas, Navío, y Barroso, (2016). Por su parte, Zabalza (2003) reflexiona sobre las competencias del docente universitario: planificar el proceso de enseñanza aprendizaje, preparar los contenidos, ofrecer explicaciones bien organizadas, utilizar las tecnologías, diseñar la metodología, relacionarse con los estudiantes, fortalecer el trabajo en equipo, desarrollar la tutoría, realizar la gestión académica, reflexionar sobre su práctica docente y evaluar. Sin embargo, bien es sabido que no todas esas funciones, roles

o competencias, según se pretenda definirlos son equiparables en reconocimiento, incentivos y satisfacción personal (Galán, González y Román, 2012; Tomàs e Ion, 2008; Tomàs, Castro y Feixas, 2012). En concreto, los estudios señalados apuntan en la dirección de que los docentes de hoy, fundamentalmente los universitarios, miran de forma especial la investigación, relegando a un segundo o tercer nivel los otros compromisos. Nosotros entendemos que todos ellos, de una u otra forma, con mayor o menos énfasis, deben integrarse en la función docente.

De acuerdo con nuestro esquema adaptado (García Aretio, 2014), vamos a sintetizar esos perfiles, funciones o competencias del docente universitario, centrándolos en los cuatro que aparecen recogidos en los círculos correspondientes: disciplinar, pedagógico, tecnológico e investigador/innovador.

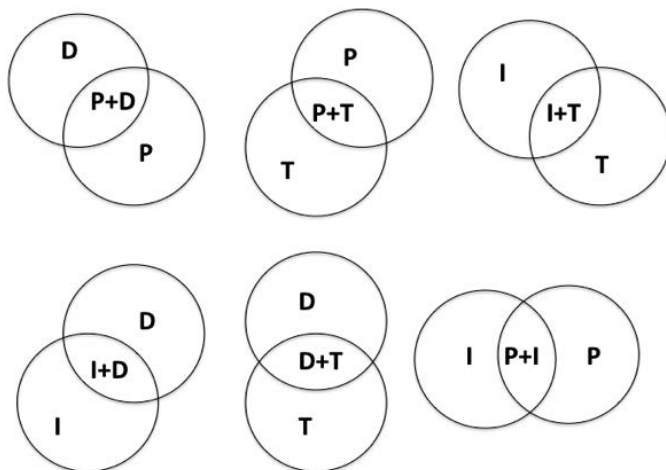
Una vez asumidos esos compromisos que conforman el contorno de nuestro gráfico y que podrían valer probablemente para otras profesiones, trataremos de concretar otros más específicos que apuntan directamente a esa docencia de calidad que venimos pretendiendo, específicamente para entornos de educación a distancia. Observamos cuatro grandes círculos que encierran saberes docentes inevitables (científicos, teóricos, técnicos y prácticos), sobre todo en contextos de educación superior.

- **Compromiso disciplinar** (*contenidos científicos*). Conocer bien, dominar, aquello que se ha de enseñar. Se trata de la competencia científica sobre la asignatura o campo disciplinar, que se traduce en: rigor académico, estar al día, mantener estándares profesionales, generar y validar ese conocimiento.
- **Compromiso pedagógico/didáctico**. En este apartado resulta imprescindible atenuar y suplir la ausencia física del docente, a través de una comunicación de calidad (Alamri y Tyler-Wood, 2017). Saber, en nuestro caso, cómo enseñar a distancia, de acuerdo con los recursos tecnológicos disponibles por parte del docente y de sus alumnos. Este compromiso comporta una serie de competencias (Llorente, Cabero y Barroso, 2015; Torra y otros, 2012; Mas, 2012; Zabalza, 2003):
 - *Competencia metodológica* que supone el conocimiento de las diferentes vías para el aprendizaje, saber planificar y diseñar la correspondiente guía y la materia, conocer estrategias de desarrollo curricular (espacios, métodos, actividades...), diagnosticar alumnos y grupos, evaluar logros.
 - *Competencia comunicacional* que supone cómo puede y debe relacionarse y tratar al que (a los que) aprende(n). Ello exige propiciar procesos multidireccionales de comunicación de manera eficaz y correcta, lo cual implica la recepción, interpretación, producción y transmisión de mensajes a través de canales y medios diferentes y de forma contextualizada a la situación de enseñanza-aprendizaje, así como ofrecer información y explicaciones comprensibles y bien organizadas con alumnos a nivel individual y grupal.

- *Competencia tutorial*, ser tutor del proceso de aprendizaje del estudiante, y establecer las relaciones y la comunicación interpersonal que reclama la función: atención individual que potencie intereses y necesidades y aborde las dificultades.
- ***Compromiso tecnológico***. Que exige el saber hacer, aplicando las normas y recursos más convenientes enfocados a logros de aprendizaje, integrando en el modelo los recursos tecnológicos institucionales y los de sus propios alumnos, con conciencia de las oportunidades e implicaciones del uso de las tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje, que nos obliga a conocer las aplicaciones de las TIC en el campo disciplinar, desde la perspectiva tanto de las fuentes documentales, como de la metodología de enseñanza. Tecnologías que habrán de integrarse tanto al ámbito disciplinar como al pedagógico y al investigador.
- ***Compromiso investigador e innovador***. Compromiso exigido a cualquier docente y de manera más especial a los que laboran en ámbitos de educación superior. Investigación unida a la necesaria innovación, que suponen: reflexión sobre el área disciplinar y sobre su práctica docente; indagación pedagógica y apertura a las innovaciones metodológicas; creación y aplicación de nuevos conocimientos, perspectivas, metodologías y recursos en las diferentes dimensiones de la actividad docente, orientados a la mejora de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Todo educador debe ser investigador de su propia práctica docente, lo que le va a ayudar a mejorar su tarea. La verdad es que el docente universitario generalmente se identifica bien con esta competencia, pero fundamentalmente centrada en la investigación en torno a la disciplina (Monereo y Domínguez, 2014).

Parece que con cada uno de esos cuatro círculos (compromisos) por sí mismo, aislados, estaríamos lejos de un docente de calidad. Contemplemos ahora brevemente las intersecciones de estos círculos de las que se derivan otras seis áreas algo más completas porque suponen la asunción de dos de esos cuatro compromisos (figura 6).

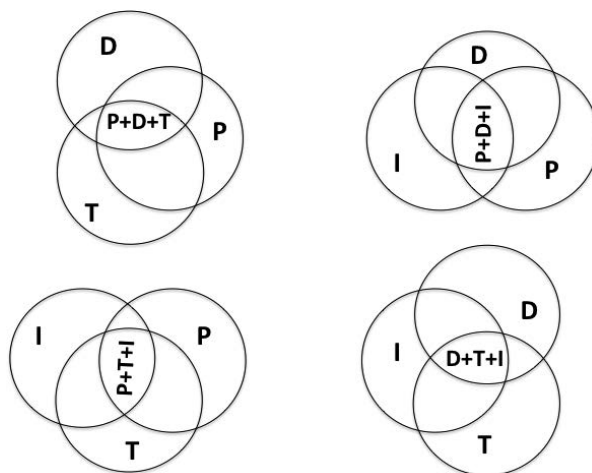
Figura 6. Intersecciones duales de los cuatro compromisos básicos



- *Pedagógico-Didáctico (P+D)*. Sería un compromiso ligado al conocimiento de la didáctica de la materia o disciplina en cuestión. Una cosa es conocer la asignatura y otra saber cómo enseñarla. Se busca la integración del contenido de la disciplina con la pedagogía (Vergara y Cofré, 2014)
- *Pedagógico-Tecnológico (P+T)*. Serían saberes relacionado con el uso pedagógico de las tecnologías. ¿Qué tecnologías según objetivos, contenidos, métodos, actividades...?, ¿qué procedimientos y normas?, ¿qué estrategias de enseñanza con TIC?, ventajas e inconvenientes para cada caso...
- *Investigador-Tecnológico (I+T)*. Esta área quedaría reservada para todas las implicaciones y usos de las tecnologías en la investigación y para la investigación e innovación. Y al revés, podrá suponer la investigación e innovación sobre las propias tecnologías.
- *Investigador-Didáctico (I+D)*. Parecería como ámbito fundamental en la universidad. Investigar sobre los contenidos disciplinares, construir el propio conocimiento sobre la disciplina motivo de docencia que es donde parece que los docentes universitarios se sienten más y mejor identificados (Monereo y Domínguez, 2014).
- *Didáctico-Tecnológico (D+T)*. Qué tecnologías para qué disciplina concreta. En determinadas materias existen herramientas y recursos tecnológicos bien desarrollados para ser aplicados a determinados procesos. Aplicación de las tecnologías al ámbito disciplinar.
- *Pedagógico-Investigador (P+I)*. Ámbito propio de la investigación pedagógica. Investigar para mejorar diseños y métodos pedagógicos, procesos de evaluación, etc.

Pero ¿y si contemplamos a docentes con tres de los cuatro compromisos bien asumidos? Estaríamos más cerca del ideal de docente. Contemplemos estas otras cuatro áreas en la intersección de tres círculos de compromisos (figura 7):

Figura 7. Asumiendo tres de los cuatro compromisos



- *Pedagógico-Disciplinar-Tecnológico (P+D+T)*. Aunque defendemos la investigación-acción en todos los niveles, cierto que este ámbito en el que sólo falta la investigación podría ser válido para los niveles no universitarios.
- *Pedagógico-Disciplinar-Investigador (P+D+I)*. Se prescinde de la tecnología por lo que en esta sociedad digital estos docentes se nos presentarían con bastantes deficiencias.
- *Pedagógico-Tecnológico-Investigador (P+T+I)*. Sin dominar plenamente los contenidos disciplinares de la materia o disciplina, se estará abocado al fracaso, aunque se trabajen los otros compromisos.
- *Disciplinar-Tecnológico-Investigador (D+T+I)*. Ámbito de actuación muy propio de docentes universitarios que en buen número ignoran a la pedagogía como componente sustancial de una docencia de calidad.

Concluyendo: nos quedaría por considerar el área de ese docente ideal anhelado, el que integra plenamente los cuatro círculos, los cuatro compromisos. Sería la pequeña área central del gráfico de la figura 3 (D+P+T+I). Ese espacio supone integrar lo que el docente sabe sobre la materia que desea impartir, los métodos pedagógicos más adecuados a la situación concreta de los alumnos, la tecnología más apropiada para el caso y a todo ello sumado un interés por investigar, reflexionar

sobre su práctica y sobre la propia disciplina, con el fin de innovar sobre la materia, sobre los procesos pedagógicos y sobre la propia tecnología.

Pensamos, en fin, que, por una parte, integrando los saberes pedagógicos y, por otra, diseñando los elementos concordantes con cada uno de los compromisos que entendemos debe asumir un docente, especialmente en el ámbito universitario, podrían conformarse acciones formativas para la capacitación de docentes y expertos en sistemas digitales de educación.

REFERENCIAS

- Alamri, A., y Tyler-Wood, T. (2017). Factors Affecting Learners with Disabilities Instructor Interaction in Online Learning. *Journal of Special Education Technology*, 32(2), 59-69. <https://doi.org/10.1177/0162643416681497>
- Bautista, G., Borges, F., y Forés, A. (2006). *Didáctica universitaria en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje*. Madrid: Narcea.
- Bawane, J., y Spector, J. (2009). Prioritization of online instructor roles: Implications for competency-based teacher education programs. *Distance Education*, 30(3), 383-397.
- Cabero, J. (2014a). *La formación del profesorado en TIC: Modelo TPACK (conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido)*. Sevilla: Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla.
- Cabero, J. (2014b). Formación del profesorado universitario en TIC. Aplicación del método Delphi para la selección de los contenidos formativos. *Educación XX1*, 17(1), 109-132. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10707>
- Cabero-Almenara, J., Roig-Vila, R., y Mengual-Andrés, S. (2017). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de los futuros docentes según el modelo TPACK. *Digital Education Review*, 32, 73-84. Recuperado de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/arti-cle/view/16981>
- Cejas, R., Navío, A., y Barroso, J. (2016). Las competencias del profesorado universitario desde el modelo TPACK (conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido). *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 49, 105-119. <http://dx.doi.org/10.12795/pixel-bit.2016.i49.07>
- Clarà, M., y Mauri, T. (2010). El Conocimiento práctico. Cuatro conceptualizaciones constructivistas de las relaciones entre conocimiento teórico y práctica educativa. *Infancia y Aprendizaje*, 33(2), 131-141.
- Coll, C., Onrubia, J., y Mauri, T. (2008). Ayudar a aprender en contextos educativos: el ejercicio de la influencia educativa y el análisis de la enseñanza. *Revista de Educación*, 364, 33-70.
- Deng, F., Sing, Ch., So, H-J., Qian, Y., y Chen, L. (2017). Examining the validity of the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework for preservice chemistry teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), 1-14.
- Durán, M., Gutiérrez, I., y Prendes, M. P. (2016). Análisis conceptual de modelos de competencia digital del profesorado universitario. *RELATEC Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(1), 97-114. <https://doi.org/10.17398/1695288X.15.1.97>
- Galán, A., González, M. A., y Román, M. (2012). La irrupción del factor comunitario en el perfil del profesor universitario. *Bordon*, 64(3), 133-148.

- García Aretio, L. (2001). *La educación a distancia, de la teoría a la práctica*. Barcelona: Ariel.
- García Aretio, L. (2014). *Bases, mediaciones y futuro de la educación a distancia en la sociedad digital*. Madrid: Síntesis.
- 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>
- Henz, H. (1968). *Tratado de Pedagogía sistemática*. Barcelona: Herder.
- Hu, H-W., Walker, K., y Hsiao, W-Y. (2013). Developing elementary pre-service teachers' technological, pedagogical, and content knowledge for learning and teaching division of fractions. *Inter-national Journal of Technology, Knowledge and Society*, 9(2), 185-204. <https://doi.org/10.18848/1832-3669/CGP/v09i02/56380>
- Hubert, R. (1977). *Tratado de Pedagogía general*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Koehler, M. J., y Mishra, P. (2008). Introducing technological pedagogical knowledge. In AACTE (Eds.), *The handbook of technological pedagogical content knowledge for educators* (pp. 3-28). New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Krumsvik, R. J. (2012). Teacher educators' digital competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(3), 269-280. <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.726273>
- Llorente, M. C., Cabero, J., y Barroso, J. (2015). El papel del profesorado y alumnado en los nuevos entornos tecnológicos. En J. Cabero y J. Barroso (Eds.), *Nuevos retos en tecnología educativa* (217-236). Madrid: Síntesis.
- Mas, O. (2012). Las competencias del docente universitario/: la percepción del alumno, de los expertos y del propio protagonista. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 10(2), 299-318.
- Medina, R. (1981). La diversidad de niveles de acceso al conocimiento de los fenómenos educativos. *Aula abierta*, 32.
- Medina, R., Rodríguez, T., y García-Aretio, L. (1992). *Teoría de la educación*. Madrid: UNED.
- Mishra, P., y Koehler, J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. doi: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x.
- Monereo, C., y Domínguez, C. (2014). La identidad docente de los profesores universitarios competentes. *Educación XX1*, 17(2), 83-104. <http://doi.org/10.5944/educxx1.17.2.11480>
- Nassif, R. (1985). *Teoría de la educación*. Madrid: Cíncel.
- Popper, K. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Rienties, B., Brouwer, N., Carbonell, K. B., Townsend, D., Rozendal, A-P., Loo, J., Dekker, P. y Lygo-Baker, S. (2013). Online training of TPACK skills of higher education scholars: A cross-institutional impactstudy. *European Journal of Teacher Education*, 36(4), 480-495. <https://doi.org/10.1080/02619768.2013.801073>
- Rodríguez, A., Prieto, M., y Vázquez, R. (2014). El uso de las TIC en la formación permanente del profesorado para la mejora de su práctica docente. *Etic@Net*, 1, <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i49.07>
- Schön, D. A. (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Schulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 1-22.

- Tejada, J. (2014). Formando formadores: nuevos escenarios y competencias digitales docentes. En V. Marín (Coord.), *El hoy y el mañana junto a las TIC*. (94-154). Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Tomas, M., Castro, D., y Feixas, M. (2012). Tensiones entre las funciones docente e investigadora del profesorado en la universidad. *Revista de docencia universitaria. REDU*, 10(1), 343-367.
- Torra, I., Corral, I., Pérez, M., Pagès, T., Valderrama, E., Màrquez, M., Sabaté, S., Solà, P., Hernández, C., Sangrà, A., Guàrdia, L., Estebanell, M., Patiño, J., González, À., Fandos, M., Ruiz, N., Iglesias, M., Tena, A., y Triadó, X. (2012). Identificación de competencias docentes que orienten el desarrollo de planes de formación dirigidos a profesorado universitario. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 10(2), 21-56. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6096>
- Vergara, C., y Cofré, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile? *Estudios Pedagógicos*, XL, 323-338. <http://doi.org/10.4067/S0718-07052014000200019>
- Zabalza, M. A. (2003). *Las competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.

Monográfico:

Analítica del aprendizaje y educación basada en datos: Un campo en expansión

Coordinadores del Monográfico

Daniel Domínguez Figaredo

Justin Reich

José A. Ruipérez-Valiente

Analítica del aprendizaje y educación basada en datos: Un campo en expansión

(Learning analytics and data-driven education: A growing field)

Daniel Domínguez Figaredo

Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED (España)

Justin Reich

Massachusetts Institute of Technology, MIT (Estados Unidos)

José A. Ruipérez-Valiente

Universidad de Murcia, UMU (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.27105>

Cómo referenciar este artículo:

Domínguez Figaredo, D., Reich, J., y Ruipérez-Valiente, J. A. (2020). Analítica del aprendizaje y educación basada en datos: Un campo en expansión. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 33-43. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.27105>

Resumen

La creciente utilización de sistemas de mediación digital en la mayoría de espacios educativos –ya sean presenciales o no, formales o abiertos, y tanto en el nivel de educación básica como en situaciones de aprendizaje a lo largo de la vida– está acelerando el avance de la analítica del aprendizaje y haciendo que el uso de la información digital sea una práctica común en el campo de la educación. Las herramientas educativas digitales facilitan la interacción entre estudiantes, profesores y recursos de aprendizaje, y generan de manera continua un notable volumen de datos que pueden analizarse aplicando una variedad de metodologías. Esto ha hecho que aumenten exponencialmente las investigaciones que toman como referencia la información que procede de la actividad de los estudiantes en esos espacios digitales. Partiendo de esas evidencias, este número especial muestra un conjunto de estudios en el campo del aprendizaje digital y la investigación educativa basada en datos, que enriquecen el conocimiento sobre los procesos de aprendizaje y la gestión de la enseñanza en espacios mediados digitalmente.

Palabras clave: analítica del aprendizaje; tecnología educativa; educación basada en datos; ciencia de los datos; ciencias de la educación; investigación educativa.

Abstract

The growing presence of digital mediation systems in most educational spaces —whether face-to-face or not, formalized or open, and at basic or lifelong learning levels— has accelerated the advance of learning analytics and the use of data in education as a common practice. Using digital educational tools facilitates the interaction between students, teachers and learning resources in the digital world, and generates a remarkable volume of data that can be analyzed by applying a variety of methodologies. Thus, research focused on information generated by student activity in digital spaces has risen exponentially. Based on this evidence, this special issue shows a set of studies in the field of data-driven educational research and the field of digital learning, which enriches knowledge about learning processes and management of teaching in digitally mediated spaces.

Keywords: learning analytics; educational technology; data-based education; data science; educational science; educational research.

El fenómeno de la educación basada en datos ha dado lugar a diferentes tipos de estudios. Por ejemplo, hay una gran cantidad de investigaciones que utilizan la minería de datos para analizar los patrones de comportamiento de los estudiantes y establecer relaciones entre las variables involucradas en el aprendizaje y los resultados del mismo. Una segunda tendencia se refiere a los estudios con un enfoque pedagógico, que utilizan la información agregada resultante del análisis de los datos con el fin de mejorar el diseño instruccional, enriquecer los métodos didácticos y comprender mejor el papel de los agentes educativos. Por último, también hay una importante cantidad de investigaciones que se centran en las derivaciones institucionales del uso de datos digitales y que buscan desarrollar marcos para mejorar la toma de decisiones estratégicas, el diseño organizativo y las políticas curriculares.

A pesar de la heterogeneidad de enfoques y métodos en el ámbito de la educación basada en datos, existe un consenso sobre la necesidad de generar pruebas que permitan valorar las habilidades que los estudiantes adquieren en situaciones de aprendizaje digital, la forma en que esas habilidades cambian a lo largo de un curso o en situaciones de aprendizaje permanente, y las relaciones causales entre el comportamiento de los estudiantes y su aprendizaje.

UN CAMPO HETEROGÉNEO

En los últimos años ha aumentado considerablemente el volumen de investigaciones sobre la repercusión de los datos digitales en la educación. Como ya se ha mencionado, junto con el crecimiento cuantitativo también se han diversificado los enfoques, las metodologías y los marcos analíticos empleados en los estudios. En la primera etapa evolutiva de este campo de investigación la atención se centró en la creación y consolidación de una nueva disciplina llamada analítica del

aprendizaje, dentro del ámbito experimental de la ciencia de datos. Pero la masiva difusión de información digital en el conjunto de la sociedad ha ampliado el número de dimensiones a considerar en torno a la educación basada en datos, lo que ha hecho que el campo se abra también a las ciencias sociales y las humanidades. Así pues, ahora hay muchos elementos de interés sobre la forma en que los datos pueden repercutir en la educación y, por consiguiente, muchos enfoques posibles desde un punto de vista analítico.

Hay dos fenómenos que se consideran representativos de dicha expansión. Uno es la creciente atención que se presta desde el diseño instruccional a los conjuntos de datos educativos y a los algoritmos basados en datos. Históricamente, la investigación educativa ha transcurrido en varios planos, y eso también ha comenzado a suceder en el terreno de la investigación con datos digitales. A propósito del uso de los datos de los estudiantes con fines analíticos, surge la preocupación sobre cómo manejar esa información y se plantean cuestiones acerca de los actores que participan en el proceso de análisis y cómo se agregan los datos. Los algoritmos educativos son elementos muy intrusivos: influyen directamente en las prácticas de los agentes educativos y determinan el aprendizaje de los estudiantes. En su desarrollo hay que considerar aspectos importantes como los sesgos cognitivos, las variables culturales y las cuestiones relacionadas con las habilidades de los usuarios (Hartong y Förschler, 2019). La incorporación de esos elementos dentro del campo de investigación de la educación basada en datos exige abrir nuevas perspectivas para explorar no sólo lo que se puede hacer con los datos, sino también si se debe hacer, cómo se debe hacer y cómo encaja en los ecosistemas de aprendizaje existentes (Shibani, Knight y Buckingham Shum, 2020).

En segundo lugar, las cuestiones políticas y éticas comienzan a ser un factor determinante en la investigación sobre prácticas educativas basadas en datos. Se trata de fenómenos muy alejados de los procedimientos analíticos propios de una disciplina que se configuró inicialmente en torno a la agregación de datos digitales procedentes de situaciones de aprendizaje. Por lo que cabe esperar que la combinación de las metodologías de las ciencias sociales, las humanidades y la informática –y sus intersecciones con las artes y las ciencias naturales– introduzcan nuevos enfoques para experimentar con las prácticas educativas que utilizan datos digitales (Buckingham Shum, Ferguson y Martinez-Maldonado, 2019).

Por último, hay una creciente preocupación por la ética y el posible mal uso de los datos. Las preguntas sobre los riesgos éticos se refieren a la capacidad de la ciencia de los datos para influir en las decisiones y las prácticas educativas. Esos mismos temores también se experimentaron durante la evolución de la inteligencia artificial, y ahora se centran en la educación mediada digitalmente. Una forma de superar la visión restrictiva que sitúa el foco de la crítica exclusivamente en los riesgos éticos, las reflexiones se están abriendo hacia el resto de niveles implicados en los sistemas de aprendizaje basados en datos. Y así, de nuevo surge la necesidad de apoyarse en

enfoques analíticos integrales, considerando los diferentes planos que forman parte de un proceso educativo (Barocas y Boyd, 2017).

Todo esto llama la atención sobre las diversas disciplinas que no tenían un papel destacado en el campo de la educación basada en datos y que ahora son piezas fundamentales. Y también revela el alejamiento de los principales tópicos en los que se centró inicialmente la analítica del aprendizaje (el seguimiento de la evaluación, las tasas de matriculación, los cuadros de mando, el abandono en cursos abiertos, etc.), que guardaban una estrecha relación con la agregación de grandes volúmenes de datos procedentes de situaciones de aprendizaje.

DESAFÍOS

Si bien en la última década el análisis de los datos educativos ha crecido de manera decidida, la transferencia de esa investigación a las prácticas de los educadores/as en las clases o en las políticas institucionales ha sido bastante limitada. Más que encontrar soluciones, durante la pasada década se han identificado algunos de los desafíos (Wilson et al., 2017) que tendrán que ser foco de atención antes de alcanzar el verdadero potencial de esta multifacética área que busca mejorar la educación a través de los datos. En esta sección enmarcamos algunos de esos desafíos, organizados en tres áreas: la investigación, las prácticas educativas y las instituciones.

La primera que analizamos, la investigación, ha sido la que ha recibido la mayor cantidad de atención en el campo. El número de artículos de investigación ha aumentado de forma exponencial gracias a que en la actualidad es bastante común utilizar entornos de aprendizaje mediados digitalmente que permiten recolectar grandes cantidades de datos de los estudiantes. Sin embargo, la mayoría de los estudios han sido inconclusos, se han centrado en análisis exploratorios sin hipótesis iniciales claras o han empleado diseños experimentales pre-registrados (Wagenmakers et al., 2012). Esos desajustes han dificultado que las conclusiones de los casos de estudio puedan servir como base fundamental sobre la que construir el trabajo futuro. Una de las cuestiones más complicadas ha sido mapear sistemáticamente los complejos procesos cognitivos y de aprendizaje de manera que sea posible establecer las características simples que representen una imagen fehaciente de esos procesos. Ya que estas características y modelos son creados en base a datos históricos, uno de los desafíos clave es cómo controlar los sesgos sociales que están presentes implícitamente en esos conjuntos de datos (Holstein y Doroudi, 2019). La mayoría de las aproximaciones en el área recurren a enfoques de investigación cuantitativos, y son muchas menos las que emplean métodos cuantitativos o que tienen una fuerte conexión con teorías procedentes de las ciencias cognitivas y del aprendizaje. De manera que serán necesarios más esfuerzos de la comunidad para desarrollar los fundamentos del campo de analíticas de aprendizaje, para que la investigación del futuro pueda estar construida sobre una base transversal. A un nivel más técnico también hay numerosos desafíos que también deberán afrontarse durante la próxima

década, como el ser capaces de escalar las implementaciones algorítmicas así como su interoperabilidad, la transferencia de modelos entre contextos o los procesos de ingeniería de características eficientes, entre otros (Baker, 2019).

Con respecto a los desafíos en el campo de la práctica educativa, la ausencia de resultados suficientemente validados y la fuerte base teórica de los estudios, han sido quizás las principales causas de la sistemática baja transferencia de la investigación a la práctica. Todavía es poco habitual encontrar educadores/as que apliquen analíticas de aprendizaje en sus clases y que no sean investigadores/as de este campo. Lo que pone de manifiesto uno de los principales desafíos de la transferencia de esta investigación a los educadores/as, relacionado con la formación de los docentes en habilidades de gestión e interpretación de datos digitales (Mandinach y Gummer, 2016). Los investigadores presuponen que todos los educadores/as son capaces de comprender la información que proporcionan las herramientas y aplicaciones que operan con datos, de manera que pueden interpretar esa información y actuar en consecuencia para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Este problema persiste debido a que numerosas investigaciones desarrollan sistemas sin tener en cuenta al usuario objetivo como parte del proceso de diseño, y se terminan implementando prototipos que no cumplen los requisitos o intereses de las personas que los van a utilizar. Por lo tanto, una de las acciones más prometedoras en la implementación de sistemas y aplicaciones de analíticas de aprendizaje es la aplicación de metodologías de diseño centradas en el usuario, así como la implicación de ese usuario en sesiones de co-diseño (Dollinger y Lodge, 2018). A su vez, los sistemas educativos a todos los niveles –que son bien conocidos por tener saturados a sus docentes– tendrán que pensar en formas de incentivar y motivar al profesorado para que incorporen estas prácticas en su docencia.

Al igual que sucede con otras mejoras, el objetivo final sería que esas aplicaciones puedan integrarse de forma sistemática dentro de la infraestructura de las instituciones educativas, lo que a su vez plantea una serie de desafíos nuevos (Tsai y Gasevic, 2017). Las instituciones necesitarán integrar las aplicaciones dentro de sus infraestructuras técnicas, en vez de desarrollar soluciones ad-hoc que no pueden escalar. Esas infraestructuras deberán de incorporar opciones para la privacidad para que los estudiantes y educadores/as puedan compartir sus datos de una forma transparente y comprensiva (Gursoy et al., 2016). Al mismo tiempo, los administradores/as tendrán que implementar programas de evaluación que puedan medir el impacto de las aplicaciones, y en paralelo deberán atender las preocupaciones que pueden surgir al hacer experimentos con grupos y tener en cuenta los sesgos que aparecen en las aproximaciones pseudo-experimentales. Quizás, el mayor desafío será alinear los puntos de vista de los múltiples actores que participan en el proceso de las analíticas de aprendizaje, como investigadores/as, educadores/as, estudiantes, tecnólogos/as educacionales, y administradores/as, entre otros (Leitner et al., 2019). Esta situación es posible que haga necesario crear unidades o equipos

de trabajo centrados en analíticas de aprendizaje que pertenezcan a las unidades institucionales dedicadas a la innovación educativa.

Podemos ver muchos de estos desafíos reflejados en los artículos de este monográfico que presentamos en la próxima sección. Mientras que los diez años previos de analíticas de aprendizaje han estado centrados en el lado de la investigación, los próximos tendrán que empezar a lidiar con la transferencia sistemática a los entornos educativos focalizándose en los educadores/as y las instituciones. La clave para transformar la analítica del aprendizaje de un campo de investigación a uno de auténtico impacto educativo, pasa por desarrollar propuestas construidas sobre marcos de trabajo útiles y que implementen aplicaciones educativas centradas en los usuarios, además de integrar de manera orquestada a los diferentes actores que intervienen en el proceso educativo.

PRESENTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS DEL MONOGRÁFICO

Un aspecto interesante en las contribuciones de este monográfico es que la diversidad metodológica de los estudios afecta principalmente a su formulación, pero no a la finalidad de mejorar el aprendizaje, que es un objetivo común a todos ellos. Los artículos consisten en aproximaciones teóricas y aplicadas que cubren un amplio espectro: hay revisiones de la literatura y el estado del arte de la educación basada en datos digitales; también hay estudios con aproximaciones cuantitativas y cualitativas, con perspectivas de varios campos como la ciencia de datos, la minería de datos educativos y los campos de la pedagogía y las ciencias de la educación; y finalmente hay casos centrados en conocer más profundamente el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Para facilitar la presentación, los artículos se han agrupado de acuerdo a los siguientes temas: contribuciones centradas en los componentes pedagógicos del análisis de datos, experiencias y casos de uso de analíticas del aprendizaje, predicciones y tendencias, y finalmente artículos que contienen reflexiones sobre la ética y la privacidad de datos, así como su gestión a nivel institucional.

En la primera contribución, Alyssa Napier, Elizabeth Huttner-Loan y Justin Reich analizan en “Evaluando la transferencia del aprendizaje de MOOCs al centro de trabajo: un caso de estudio en educación para el profesorado y de *Lanzando Innovación en Colegios*”, la forma en la que los conocimientos adquiridos en las experiencias en línea pueden llevarse a las prácticas cotidianas. En el estudio se analizan los datos procedentes de un Curso Masivo Abierto en Línea (MOOC, en sus siglas en inglés) sobre prácticas innovadoras para la enseñanza que estaba dirigido a líderes en colegios e institutos. El análisis muestra la necesidad de enriquecer las propuestas pedagógicas de los cursos orientados al aprendizaje profesional para garantizar que los participantes se involucren, así como para mejorar el compromiso de transferir las actividades realizadas más allá de los límites del curso, e incorporarlas en los hábitos de trabajo cotidianos.

Los siguientes dos estudios se centran en formas de implementar decisiones basadas en datos en contextos educativos. En el artículo “El encuadre pedagógico de los algoritmos educativos basados en datos”, Daniel Domínguez propone un marco de trabajo útil para guiar a los educadores en la introducción de sistemas de aprendizaje basados en datos. En base al análisis de la secuencia que se sigue en el diseño de algoritmos y herramientas de aprendizaje automático, se reflexiona sobre la necesidad de introducir aproximaciones pedagógicas que orienten ese diseño en el caso de aplicaciones que tienen como ámbito de aplicación los espacios educativos. Continuando en el contexto educativo, José A. Ruipérez-Valiente en “El proceso de implementación de analíticas del aprendizaje” se hace eco del escaso impacto de los estudios de analítica de aprendizaje en las prácticas de los educadores e instituciones educativas. Propone implementar analíticas de aprendizaje a través de una aproximación pragmática que ayude a superar las barreras detectadas. Ese proceso se divide en 5 fases y para aplicarlo se requiere de una estrecha colaboración de todos los actores involucrados, para permitir una implementación sistemática y productiva.

El artículo de Gerald Evans y Rafael Hidalgo, “Analíticas para la Acción: Una aproximación para evaluar la efectividad y el impacto de intervenciones basadas en datos en módulos en línea”, también consiste en una aproximación pedagógica al fenómeno de los datos en educación. Describe el caso de la Open University (UK), dónde se ha implementado un marco de trabajo de analíticas de aprendizaje de forma sistemática. El artículo muestra la experiencia de los profesores responsables de un conjunto de módulos educativos (equivalentes a asignaturas) donde se plantearon intervenciones basadas en el análisis de los datos digitales capturados. En el marco de esas intervenciones, los profesores/as se consideran el elemento clave para ayudar a mejorar la retención y el compromiso de los estudiantes. Los resultados muestran que el profesorado está satisfecho con la formación recibida y con las medidas aplicadas durante la intervención, y también informan de las variantes en el tipo de medidas adoptadas: cuando del análisis de los datos no se deriva ningún tipo de intervención, o cuando se realizan intervenciones secuenciadas en múltiples iteraciones.

A continuación hay una serie de contribuciones que muestran análisis experimentales con diversas técnicas de minería de datos, modelos predictivos y su transferencia a situaciones educativas concretas. El primero de ellos, co-autorizado por Alexis Gutiérrez, Ángel Manuel Guerrero, Miguel Ángel Conde y Camino Fernández, se titula “Evaluación del resultado académico de los estudiantes a partir del análisis del uso que hacen de los Sistemas de Control de Versiones” y se centra en el uso de una herramienta de control de versiones en gestión de proyectos, que también se utiliza en algunas instituciones educativas. El artículo analiza si la monitorización de la actividad de los estudiantes con esta herramienta puede predecir los resultados académicos. Con ese propósito, se desarrolló un modelo de predicción que fue

posteriormente aplicado en un curso universitario. Los resultados concluyen que el modelo predice el éxito de los estudiantes con un alto grado de certeza.

También en el campo de análisis predictivo, en el artículo de Ignacio Urteaga, Laura Siri y Guillermo Garófalo, se analiza uno de los temas centrales dentro del campo de las analíticas del aprendizaje, como es la tasa de abandono en cursos en línea. En su texto, “Predicción temprana de deserción mediante algoritmos de aprendizaje automático en cursos online de extensión universitaria”, se aplican técnicas de aprendizaje automático para gestionar los datos procedentes de las interacciones de los estudiantes en un curso alojado en la plataforma Moodle, y se utiliza la información obtenida para predecir qué estudiantes abandonarán el curso. Específicamente, se usan diferentes algoritmos para generar modelos predictivos y optimizarlos con el fin de mitigar el coste económico causado por el abandono. Los autores encontraron que era posible construir dichos modelos predictivos, y que un algoritmo basado en redes neuronales era el más adecuado.

El artículo de Andrea Vázquez-Ingelmo, Francisco José García-Peñalvo, y Roberto Therón, “Beneficios de la aplicación del paradigma de líneas de productos software para generar dashboards en contextos educativos”, es el último artículo experimental de este grupo. Se centra en el diseño y desarrollo de interfaces de visualización personalizables que permitan monitorizar la información en base a ciertos objetivos pre-establecidos. Estas interfaces y, en general, la forma de visualizar y monitorizar la información dinámica que viene de estos entornos, también es uno de los temas clásicos del área. En este caso, al aplicar el paradigma de desarrollo de productos de software orientados a interfaces de visualización, también se considera adecuado dentro del contexto educativo.

Finalmente se presentan tres artículos sobre tendencias en el campo de analítica de aprendizaje y las cuestiones éticas asociadas al procesamiento de datos educativos. En el apartado de las tendencias, el artículo de Alejandra Martínez et al. “Logros y desafíos en analítica de aprendizaje: La visión de SNOLA”, revisa el estado del arte de las analíticas del aprendizaje en el marco de los trabajos de la Red Española de Analíticas de Aprendizaje (SNOLA, en sus siglas en inglés). El análisis se basa en los datos de archivo de SNOLA y los resultados de una encuesta realizada a los actuales miembros de la red. Se muestran las tendencias y desafíos clave, que comprenden la necesidad de hacer una gestión ética de los datos, junto con el desarrollo de sistemas que respondan a las necesidades de los usuarios finales y la necesidad de alcanzar un impacto institucional más amplio.

Una de las tendencias identificadas en el estudio anterior, la ética, es el foco de los últimos dos artículos de este monográfico. En el texto “Privacidad, seguridad y legalidad en soluciones educativas basadas en Blockchain: Una Revisión Sistemática de la Literatura”, Daniel Amo, Marc Alíer, Francisco García-Peñalvo y David Fonseca conducen una revisión sistemática de la literatura existente que explora la importancia de la protección de los datos personales y su seguridad en el campo educativo, por medio de la tecnología *blockchain*. Los resultados muestran la

importancia de comprender las implicaciones de usar tecnologías emergentes en la educación, así como las conexiones de esas tecnologías con la sociedad y la legislación actual. Finalmente y en relación directa con lo anterior, José L. Aznarte muestra en “Consideraciones éticas en torno al uso de tecnologías basadas en datos masivos en la UNED”, como la UNED (España) está desarrollando un marco de trabajo ético para la toma de decisiones que incluyen el uso de datos de los estudiantes. Presenta una selección de referencias previas y aproximaciones que se han tomado en cuenta, y muestra un listado con las cuestiones clave que deben guiar a las instituciones educativas que trabajan con datos de sus estudiantes.

REFERENCIAS

- Baker, R. S. (2019). Challenges for the future of educational data mining: The Baker learning analytics prizes. *JEDM, Journal of Educational Data Mining*, 11(1), 1-17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3554745>
- Barocas, S., y Boyd, D. (2017). Engaging the ethics of data science in practice. *Communications of the ACM*, 60(11), 23-25. <https://doi.org/10.1145/3144172>
- Buckingham Shum, S., Ferguson, R., y Martínez-Maldonado, R. (2019). Human-Centred Learning Analytics. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), 1-9. <https://doi.org/10.18608/jla.2019.62.1>
- Dollinger, M., y Lodge, J. M. (2018). Co-creation strategies for learning analytics. In *Proceedings of the 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 97-101). <https://doi.org/10.1145/3170358.3170372>
- Gursoy, M. E., Inan, A., Nergiz, M. E., y Saygin, Y. (2016). Privacy-preserving learning analytics: challenges and techniques. *IEEE Transactions on Learning technologies*, 10(1), 68-81. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2607747>
- Holstein, K., y Doroudi, S. (2019). Fairness and equity in learning analytics systems (FairLAK). In *Companion Proceedings of the Ninth International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK 2019)*.
- Hartong, S., y Förschler, A. (2019). Opening the black box of data-based school monitoring: Data infrastructures, flows and practices in state education agencies. *Big Data & Society*. <https://doi.org/10.1177/2053951719853311>
- Leitner, P., Ebner, M., y Ebner, M. (2019). Learning Analytics Challenges to Overcome in Higher Education Institutions. In *Utilizing Learning Analytics to Support Study Success* (pp. 91-104). Springer, Cham.
- Mandinach, E. B., y Gummer, E. S. (2016). Data literacy for educators: Making it count in teacher preparation and practice. Teachers College Press.
- Shibani, A., Knight, S., y Buckingham Shum, S. (2020). Educator perspectives on learning analytics in classroom practice. *The Internet and Higher Education*, 46(2020). <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2020.100730>
- Tsai, Y. S., y Gasevic, D. (2017). Learning analytics in higher education challenges and policies: a review of eight learning analytics policies. In *Proceedings of the seventh international learning analytics & knowledge conference* (pp. 233-242).
- Wagenmakers, E. J., Wetzels, R., Borsboom, D., van der Maas, H. L., y Kievit, R. A. (2012). An agenda for purely confirmatory research. *Perspectives on Psychological*

Science, 7(6), 632-638. <https://doi.org/10.1177%2F1745691612463078>
Wilson, A., Watson, C., Thompson, T. L., Drew, V., y Doyle, S. (2017). Learning analytics: Challenges and limitations. *Teaching in Higher Education*, 22(8), 991-1007. <https://doi.org/10.1080/13562517.2017.1332026>

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Daniel Domínguez Figaredo. Profesor e investigador de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, España). Su investigación se centra en la mediación digital y las teorías que apoyan el aprendizaje abierto y conectado a lo largo de la vida. En su trabajo reciente ha profundizado en el análisis de la educación abierta basada en datos y la gestión del conocimiento en entornos digitales y mixtos. Es miembro del grupo de innovación docente CO-Lab: Laboratorio abierto y colaborativo para la innovación docente, y patrono de la Fundación Prácticas en la CiberSociedad. ID: <http://orcid.org/0000-0002-7772-1856> Web: www.daniel-dominguez.com
E-mail: ddominguez@edu.uned.es

Dirección:
Dpto. Teoría de la Educación y Pedagogía Social
Facultad de Educación–UNED
C/ Juan del Rosal, 14
28040 Madrid (España)

Justin Reich. Profesor adjunto de Estudios Comparados de Medios de Comunicación en el Massachusetts Institute of Technology (MIT, Estados Unidos) y director del Laboratorio de Sistemas de Enseñanza del MIT, cuya misión es la de diseñar, implementar e investigar sobre el futuro del aprendizaje del profesorado.
E-mail: jreich@mit.edu

Dirección:
Department of Comparative Media Studies
Massachusetts Institute of Technology
77 Massachusetts Ave
Cambridge, MA 02139, USA

José A. Ruipérez-Valiente. Investigador Juan de la Cierva en el Departamento de la Ingeniería de la Información y las Comunicaciones, de la Facultad de Informática en la Universidad de Murcia (España). Investigador afiliado al MIT Playful Journey Lab. Sus líneas de investigación se centran en el aprendizaje mejorado por tecnología, con un alto grado de foco en la analítica de aprendizaje y

minería de datos educacionales. ID: <https://orcid.org/0000-0002-2304-6365> Web:
<http://joseruiperez.me/>
E-mail: jruiperez@um.es

Dirección:

Departamento de la Ingeniería de la Información y las Comunicaciones
Facultad de Informática – Universidad de Murcia
Calle Campus Universitario, S/N
30100 Murcia, España

Fecha de recepción del artículo: 29/03/2020

Fecha de aceptación del artículo: 29/03/2020

Fecha de aprobación para maquetación: 15/04/2020

Evaluating Learning Transfer from MOOCs to Workplaces: A Case Study from Teacher Education and Launching Innovation in Schools

(Evaluando la Transferencia del Aprendizaje de MOOCs al Centro de Trabajo: Un Estudio de Caso en Educación para el Profesorado y Lanzando Innovación en Colegios)

Alyssa Napier

Massachusetts Institute of Technology (USA)

Elizabeth Huttner-Loan

IBM (USA)

Justin Reich

Massachusetts Institute of Technology (USA)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26377>

How to reference this article:

Napier, A., Huttner-Loan, E., y Reich, J. (2020). Evaluating Learning Transfer from MOOCs to Workplaces: A Case Study from Teacher Education and *Launching Innovation in Schools*. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 45-64. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26377>

Abstract

Over two iterations of a Massive Open Online Course (MOOC) for school leaders, *Launching Innovation in Schools*, we developed and tested design elements to support the transfer of online learning into offline action. Effective professional learning is job-embedded: learners should employ new skills and knowledge at work as part of their learning experience. This MOOC aimed to get participants to plan and actually launch new change efforts, and a subset of our most engaged participants were able and willing to do so during the course. Required assessments spurred student actions, along with instructor calls to action and modeling and exemplars provided by course elements. We found that participants led change initiatives, held stakeholder meetings, collected new data about their contexts, and shared and used course materials collaboratively. Collecting data about participant learning and behavior

outside the MOOC environment is essential for researchers and designers looking to create effective online environments for professional learning.

Keywords: learning analytics; MOOCs; online learning; professional learning.

Resumen

Después de dos iteraciones del Curso En línea Masivo y Abierto (CEMA) para líderes en colegios, *Lanzando Innovación en Colegios*, hemos desarrollado y probado una serie de elementos de diseño para transferir el aprendizaje en línea a un contexto presencial. Un aprendizaje efectivo profesional necesita estar embebido dentro de la propia experiencia laboral: los estudiantes deberían emplear las nuevas habilidades y conocimientos adquiridos en su trabajo como parte de la experiencia de aprendizaje. Este MOOC tenía como objetivo invitar a sus participantes a planificar y realizar esfuerzos que significaran un cambio en su práctica docente, y consiguió que un conjunto de los participantes más motivados fuera capaz de realizar esto durante el curso. Una serie de evaluaciones fomentaron que los estudiantes realizaran dichas acciones, conjuntamente con llamadas a la acción por parte de los instructores y ejemplos provistos como parte de los elementos del curso. Nuestros resultados muestran que los participantes lideraron iniciativas de cambio, mantuvieron reuniones con las partes interesadas, recolectaron nuevos datos sobre sus contextos, y compartieron materiales de los cursos de forma colaborativa. La recolección de datos sobre el aprendizaje de los participantes y su comportamiento fuera del entorno de CEMA es esencial para los investigadores y diseñadores que buscan crear entornos de aprendizaje en línea que sean efectivos para el aprendizaje profesional.

Palabras clave: analítica de aprendizaje; CEMAs; aprendizaje en internet; aprendizaje profesional.

Developing massive open online courses (MOOCs) that benefit public service professionals may be among the best ways to leverage MOOCs for societal good. Research about performance and attrition in MOOCs (Ho et al., 2015) suggests that most learners find independent, self-regulated learning difficult. These successful MOOC learners typically have already succeeded in the formal educational system, as evidenced by earning a college or graduate degree. Many public service professionals, including teachers and public health professionals, operate in sectors with effective post-secondary professional education, but little continuous professional learning. Given that a substantial portion of MOOC learners identify as educators, MOOCs and other online and blended learning opportunities can play an important role in expanding opportunities for teacher learning around the world (Ho et al., 2015; Seaton et al., 2014).

The central challenge of MOOCs for professional development is that most professionals do work that is collaborative, synchronous, and rooted in particular places offline, while MOOCs are independent, asynchronous, and online. For MOOCs

to support effective professional learning, instructional designers need to develop, test, and iteratively refine scaffolds within these courses so that people learning alone and online can develop proficiency in skills that are deployed collaboratively and offline. The focus of our current research is the design and evaluation of course elements that help participants bridge learning experiences between MOOCs and authentic professional settings.

In this paper, we report on design research (Sandoval & Bell, 2004) in *Launching Innovation in Schools*, a MOOC on change leadership for educators. Over two iterations of this MOOC, we developed and tested three pairs of design elements: “Learning Circles” with accompanying Facilitator’s Guide, action-oriented assignments with “Call to Action” videos, and theory-linked activities with “Take-Out Packages.” The primary goal of the course was to have participants work collaboratively in their school environments to launch and refine change initiatives that would benefit their students.

This goal has important consequences for assessing our student learning and growth. We are not particularly interested if participants learned specific declarative knowledge; our courses have no tests or quizzes. Nor are we primarily concerned with how much of our course learners complete or whether they earn certificates. In one memorable exit survey response, a participant explained that their team started an initiative to adopt a later start time at their high school (an evidence-based approach to improve learning outcomes), and they stopped our course after the third week to focus on their change initiative rather than our course. For us, this is an excellent outcome; they used the course as necessary and moved on when they had enough support and inspiration to focus on their change initiative. Since our goal is to support transfer of learning to participants’ work practices, in our research we assess how participants have taken action in their local schools and contexts as a result of the learning experiences in our MOOC.

In this paper, we commence by highlighting existing research on effective online learning in the professions and for educators, in particular. We then describe the design elements that we hoped would support participants in transferring learning from the MOOC to their school context. We present our methods for collecting data about what types of actions our participants took in their local context and how their actions were supported or inspired by the design elements. We conclude by discussing how we plan to incorporate our findings into future MOOCs.

Background

Research on professional development for educators—and on online learning for professionals more generally—has identified several key elements of effective learning experiences. Effective professional development (PD) is extended over time, relevant to the specific work of educators, and “job-embedded,” which means that new learning can be readily put to use in a participant’s current work setting

(Darling-Hammond, et al., 2007; Hunzicker, 2010). Effective online professional learning “supports active rather than passive participation” (US Office of Ed Tech, 2014) where students learn new principles and practices and, then, go on to rehearse and enact them. These findings from education cohere with findings from PD in other professions. Milligan and Littlejohn (2014) suggest that, to have an impact on professional learning, MOOCs should be “tightly integrated with work practice”. The best professional learning experiences are designed such that participants begin making practice changes in workplace settings during their learning experiences.

Several recent MOOCs for educators have put these principles into practice. The Creative Computing Online Workshop (CCOW), a large-scale online learning experience for teachers, included constructivist-oriented activities related to using the programming language Scratch, as well as opportunities for discussion and peer feedback in the course’s online forums (Brennan, Blum-Smith & Turkofsky, 2018). The final design-based project in CCOW invited learners to engage in an iterative and reflective exploration involving their personal practice. The Friday Institute has run a series of MOOCs for educators under the “MOOC-Ed” brand, and these courses closely align the online experience with educator practice through several mechanisms, including support for blended learning, expert panel videos, and course projects with peer feedback. Evaluation of MOOC-Ed courses found that learners valued elements that provided tools, information and frameworks that were directly applicable to their practice. The top three participant responses for how they applied course content to their professional practice were “1) integrating new tools and strategies, 2) implementing course projects, and 3) using course content for instructional coaching or PD” (Kleiman, Kellog, & Booth, 2015). In our research, we extend these findings and provide additional evidence about the efficacy of specific practices.

If effective MOOCs for educators and other professionals are tightly aligned with work practice, then it becomes essential for MOOC researchers to study how MOOCs affect workplace practice. In measuring the impact of our course on learners, we align ourselves with other recent efforts in the MOOC literature to collect data about learner experiences beyond the courseware to better understand learning transfer. To evaluate the impact of a Functional Programming MOOC, Chen, Davis, Hauff, and Houben (2016) examined GitHub log data requests to find evidence of MOOC participants (using the same usernames across platforms) deploying programming skills from the MOOC in projects. To evaluate the impact of a course on learning analytics, Wang, Baker, and Pacquette (2017) assessed how MOOC participants joined scholarly societies and submitted papers in the field. National education platforms have started using MOOCs to supplement college STEM instruction (Chirikov et al., Forthcoming) and students who complete MOOCs report benefits ranging from earning credit towards a degree to enhanced skills in a current job or finding a new job (Littenberg-Tobias and Reich, 2018; Zhenghao et al., 2015). While our measures are more qualitative and self-reported than these approaches, we join

these researchers in evaluating how instructional design features within our courses impact the behavior of learners outside the MOOC.

In developing and researching *Launching Innovation in Schools*, we sought to create a learning experience where participants take job-embedded actions as part of the course. We developed a set of course design elements intended to support the transfer of learning from our asynchronous, online, independent learning environment to the collaborative, synchronous, in-person working environments of educators. We collected data through assignments, surveys, and self-check questions to better understand the following research questions: 1) What types of actions did MOOC learners report taking within their own schools and settings, and 2) which course design elements seemed to inspire or support learner actions?

Research Design

In this section, we provide a brief overview of *Launching Innovation in Schools*. We, then, describe the design elements intended to scaffold transfer of learning from the online course to the offline context and introduce our methods for investigating participants' behavior outside the course. All research was reviewed by an institutional review board, and learners on edX consent to research participation in the course of registering for the site.

Overview of *Launching Innovation in Schools*

Targeted toward K-12 educators, *Launching Innovation in Schools* is a 7-week, 6-unit course that ran twice through MITx on edX, in January and September of 2017 (we refer to each iteration as a "course run"). The instructors developed a framework for change leadership in schools called the Cycle of Launching Innovation that highlighted four key tasks of leaders: 1) bringing people together around ideas they care about, 2) refining a vision and getting to work, 3) working together through ups and downs, and 4) measuring progress and adjusting. (Course materials are publicly accessible through edx.org.) The course defined school leadership broadly, including anyone in a school system, regardless of formal position, who worked with colleagues to bring about positive changes in student learning. As might be expected, most participants who responded to the entrance survey indicated that they currently or formerly identified as an instructor/teacher: 94% in the January run and 88% in the September run. From our forum interactions, we suspect that the remaining participants were community members, career changers, pre-service teachers, and others interested in our approach to leadership.

Each unit in the course includes four kinds of learning experiences: 1) expert presentations about change leadership, 2) "Voices in Practice" videos that show change leadership in real settings, 3) activities and assignments that get learners doing the work of change leadership, and 4) links to articles and other resources

relevant to course themes. Over the arc of the course, the assignments ask learners to define a problem of practice (a challenge in the learning environment that impedes student learning), identify assets and resources in their context, develop an action plan toward addressing their problem of practice and, then, begin executing on that plan and identifying the results. The course was designed to take approximately two hours per week, but 29% of exit survey respondents from the first run of the course reported putting in 6-10 hours of work. Participants needed to report completion of 60% of assignments and activities to earn a certificate. Participants received credit for assignments and activities by filling out Completion Checklists, a self-check system. At the end of each unit, participants selected “yes” or “no” to confirm completion of each assignment and activity. This honor-based system was not verified by course staff. Assignments typically required doing some reflection and writing, posting in the forums and, then, providing peer feedback to other responses. As with many MOOCs, *Launching Innovation in Schools* had many registrants but far fewer learners who persisted throughout the entire course (Table 1). We expected this attrition among busy professionals, and we intentionally designed our course to provide benefit to those who only participated briefly.

Design Elements for Supporting Participant Action in Local Contexts

In the development of the course, we paid particular attention to design elements that could help learners take the ideas which they were learning in the course and implement those ideas in their own community during the run of the course. We designed or adapted three pairs of course elements to encourage and support learners in doing so.

Learning Circles and Learning Circle Facilitator’s Guide

Before the course launched, we encouraged registrants to invite colleagues in their school or organization to join them in taking the MOOC as part of a Learning Circle. A Learning Circle is a facilitated group of registered learners who meet in person during an online course. By working on the course with colleagues, learners are able to ground course content in their specific context. Learners were not required to join a Learning Circle, but instructors and course elements regularly suggested that the work of change leadership is more effective with colleagues. Our implementation of Learning Circles was based on work by Peer2Peer University (P2PU), an organization that partners with libraries to support library staff in organizing and facilitating MOOC Learning Circles, even when the library staff has no particular domain expertise. Working with colleagues provides a structure for a support and accountability, and Learning Circle provides a natural context for collaborative efforts to improve schools.

Table 1. Overview of learner participation in the *Launching Innovation in Schools* MOOC

	January (First Run)	September (Second Run)
Participants enrolled as of the course end date	7352	3419
Participants who logged into the forums at least once	1680	721
Participants who earned certificates	125	79
Participants who submitted a final project	81	65

Based on P2PU's Facilitator's Handbook (2016), we created a Facilitator's Guide that provides resources and suggestions for organizing and managing a Learning Circle. The Facilitator's Guide was designed so that participants with minimal domain knowledge in change leadership would feel comfortable organizing a regular discussion with peers. The guide included sample emails to recruit colleagues, sample meeting agendas for each unit of the course, video discussion questions, and suggestions for making activities and assignments more collaborative.

Action-Oriented Assignments with Calls to Action

We designed course assignments to support learners in engaging with their community, planning steps toward beginning change initiatives, and evaluating the impact of those steps. Learners submit their work to our course discussion forums, where their classmates provide feedback. In Unit 1, learners define a problem of practice, and the assignments for the rest of the course are tools that help learners tackle that problem. Other assignments specifically encourage participants to begin a change leadership initiative: the main assignment that spans Units 3, 4, and 5 is an action plan that asks participants to begin planning an initiative to address their problem of practice. The assignment prompts typically only require participants to write and reflect, not to do anything in their own setting. We were concerned that if assignments strictly required taking local actions, some participants might feel like the course was impossible for them to complete.

Each assignment is accompanied by a Call to Action video, in which the lead instructor suggests ways for participants to go beyond coursework and to bring the course into their practice. A Call to Action might ask participants to share their work with others in their context to assist them deepen their understanding. Given the voluntary nature of the course, we hypothesized that video appeals from the lead instructor would be more powerful in promoting participant action than a written prompt in the assignment text. Accompanying Call to Action videos in each unit encourages participants to actually get started with the change initiative in addition to submitting the forum posts and peer feedback that are required by the assignments.

Theory-Linked Activities and Take-Out Packages

Throughout the course, participants learn ideas and frameworks about change leadership that can be abstract, such as refining a common vision for improvement or facilitating trusting and candid conversations. Whenever possible, these theories are paired with specific leadership activities that leaders can use as part of their practice. When we discuss the importance of reflecting on collaborative conversation, we engage participants in an activity called the Left-Hand Column Case, which is a specific protocol for debugging tough conversations. Through these activities, we try to smooth the pathway from understanding abstract ideas about leadership towards implementing specific practices based on those ideas.

Most of these activities were originally developed by the instructors for use in face-to-face school meetings or PD workshops, and then adapted for the online context of MOOCs. To help participants go from engaging in online activities to leading those practices in-person, we provide what we call Take-Out Packages, documents with instructions for facilitating and debriefing four of the specific activities from our online course in face-to-face contexts. These Take-Out Packages are provided within the courseware as well as within the Facilitator's Guide.

For example, when we describe the importance of soliciting stakeholder feedback on a vision, we have participants engage in an activity called Four Corners that has participants describe the strengths, values, and ongoing initiatives within their schools, and they then connect those ideas to their proposed change initiative. In the Take-Out Package, we provide a facilitator's script for running an entirely face-to-face version of the Four Corners activity with colleagues who are not expected to have taken the MOOC and, then, ideas for debriefing the activity. Within the course, videos of expert presentations illustrate theoretical principles; course activities have participants engage with a specific practice that enacts that principle; and Take-Out Packages provide a mechanism for participants to engage people in their local community in that new practice.

Data Collection and Analysis

The ideal way to measure the impact of our course would be to collect data about what kinds of leadership practices participants engaged in before the course, what new practices they engaged in during and after the course, and how course design elements support and inspire participants to take action. This kind of data collection is complex and difficult, but essential for MOOC research to make meaningful contributions to pedagogical and instructional design research. In this study, we took initial steps in collecting data about what actions participants took in their home environments as a result of the course. Most of this data is qualitative and self-reported, so we are cautious about using the data to estimate distributions of activity or to generalize beyond the case of this particular school leadership MOOC.

We are primarily interested in mapping the possibility space of participant actions, hypothesizing connections between actions and design elements, and developing more robust strategies of collecting data that can help shed light on these connections.

In order to address our first research question about the type of actions that participants took in their local contexts, we looked at select activity and assignment responses and other relevant threads in the discussion forums, replies to the Call to Action open-response questions, and post-course surveys. Across these sources, we looked for descriptions of actions that participants took in their local context. To address our second research question about which design elements inspired and supported these local actions, we utilized the same sources and looked for descriptions of which course resources that participants identified as useful. In addition, we examined the correlations between instructions and suggestions embedded in course elements and, then, what actions learners report doing outside the course. Next, we detail our sources of data and some of their limitations.

Discussion Forums

Forums are a central component to *Launching Innovation in Schools*: learners submit assignment and activity work, provide peer feedback, respond to video discussion questions and readings, and form groups in the course's discussion forums. Instead of the edX discussion forums, we used an external forum, Discourse. Although there are interactive elements on the edX platform, most learners work in the course happens in forums.

We targeted our data collection toward the forum threads where learners were most likely to report actions taken. Across both courses, we looked at a total of 2769 posts from participants. We examined 25 forum threads associated with video discussion, 15 threads with responses to activities with and without analogous Take-Out Packages, and 4 threads of assignment submissions for: Unit 3 assignment "Initial Action Plan, Part 2: Concrete Steps" and the Unit 6 assignment "Final Deliverable." This included the responses associated with the Unit 1 activity "Interview/Shadow a Student," which was the only optional activity that specifically asked learners to take an action beyond the course. We also examined participant submissions associated with two required assignments. We chose to review responses to the Unit 3 assignment ("Initial Action Plan Part 2: Concrete Steps") because it required learners to make a plan for taking action in the near future and encouraged learners to then take those steps. We expected learners to report taking actions that the assignment asked them to plan. We also analyzed responses to the Unit 6 assignment ("Final Deliverable"). In the first run of the course, we asked learners to reflect and revise the assignment work they had done throughout the course. In the second run of the course, we asked learners to create an artifact that would be used to share the work they had done in the course with others in their context; this was the only time an assignment prompt required taking an action outside the course.

Surveys

In Unit 6, the last unit of the course, we invited learners to take a post-course survey, which received 226 responses in the first run and 81 responses in the second. We coded responses to the questions, “How will this course or its materials impact you in the future?” and “What were your favorite aspects of this course?” Two months after the first run of the course ended, we sent out another survey that asked about the impact the course had on their practice and their experience using Learning Circles, and we received 80 responses. We coded responses to three prompts, 1) “Briefly tell us about the impact, both personal and on your community, from actions taken so far and your aspirations for the future,” 2) “Describe how participation in a Learning Circle shaped your experience in the *Launching Innovation in Schools* course,” and 3) “Describe how participation in a learning circle shaped the change leadership efforts that you have taken on since the start of the course.”

Call to Action Open-Responses

Learners tracked the activities and assignments which they completed by filling out Completion Checklists at the end of each unit. In each run of the course, we added an ungraded Completion Checklist item, “Did you connect your work in this course with your own practice and take action?” for which the answers were either “Yes” or “No”. In the first run of the course, we had a corresponding thread in the forums for each unit that asked participants to reflect on how they responded to each unit’s Call to Action. This garnered very few responses. Therefore, in the second run of the course, we added the same question as an ungraded, open response item in the Completion Checklist: “If you would like to tell us more about responding to this unit’s Call to Action, please submit your response in the text box below. Any response you write will register as correct, but this will not count toward your graded progress.” This open response question proved more useful in encouraging learners to report actions taken each week.

Coding Guidelines and Limitations

Out of 3340 total responses from surveys, forum posts, and Call to Action open responses, we identified 257 participant responses where participants described some action that they took in their local community. We used an iterative coding process where we, as authors, coded a subset of items, discussed their findings, and coded subsequent subsets to develop a set of types of action items (Charmaz, 2006). After an initial round of independent coding, we discussed and compared notes and investigated possible themes to categorize the codes, using a constant comparative approach (Glaser & Strauss, 1967). We then reexamined the data independently and

met again to address issues of reliability and consistency. During these follow up discussions, codes were examined, questioned, debated and grouped into the themes presented here.

We counted actions when learners wrote in the past or present tense. We did not count when learners shared what they planned to do in the future since we cannot know if these actions took place. For instance, one participant wrote, “Very soon, on the 20th, 21st and 22nd March, we will have some discussions forums with school leaders in order to assess the implementation of a project in Portuguese schools.” We excluded this response.

Moreover, in our coding rules, actions need to be described as having been started as a result of the course, rather than as ongoing initiatives that predated the course. A few learners described their actions in a way that we could not determine whether or not they resulted from the course. The presence of these types of descriptions in the data reminded us of a common challenge in evaluation of MOOCs: measuring learners at a baseline. In most MOOCs, the evaluation challenge is figuring out what participants know before the course to identify what they learned in the course; in our context, the challenge is figuring out what work participants were doing before the course, and what new activities or what substantial changes are triggered by the course.

This self-reported data has important limits: It is likely that there were learners who took action but did not share what they did. It is also possible that some self-reports overstate what learners actually did, especially in cases where we nominally require some kind of action. Triangulation of findings across multiple sources of data helps bolster the convergent validity of key themes. We view this initial data as providing useful guidance towards better targeted solicitation of self-report data as well as future approaches to observing MOOC learners in their local context.

Findings

What Types of Actions Did MOOC Learners Report Taking Within Their Own Settings?

We identified six types of actions that participants took in their local contexts. In Table 2, we report the types of actions, an example of each action type and, then, the number of responses coded for each action type. We are cautious about drawing inferences from the frequency distributions of each action type. It is very likely that there are learners who took actions that they did not report, that some reports might be exaggerated or even fabricated, and that different researchers might have developed different coding schemes or counts. It is better to think of this table as mapping a possibility space for how learners acted, rather than accurately measuring the distributions of their activities. We observe enough differences in the reported frequency of activity to identify four more commonly reported actions: initiating

an experiment in practice, sharing course content, meeting to launch change, and collecting data; and two less commonly reported actions: using course content, doing course assignments with others, and collecting data. Our intuition is that the most commonly reported actions actually happened more frequently than the least commonly reported actions. It is possible, however, that these frequencies are sensitive to how we asked participants to report behaviors in ways that bias their responses. Below, we describe the six types of actions.

Initiating an Experiment in Practice

One of the signature goals of the course was to get participants not only to just plan change, but also to actually get started with new initiatives during the course. Participants reported that they did indeed commence a range of new experiments, including providing scholarships for students to take edX courses and earn verified certificates, improving teacher collaboration across grade levels and subjects, and developing a program to help students to communicate further about bullying. Conducting these kinds of interventions is challenging, requiring participants to overcome anxiety associated with change and to find time to develop and implement new ideas. One of the most important findings from our work is that a subset of learners in a MOOC for professionals will indeed begin to implement change in local environments.

Meeting to Launch Change

Change initiatives in schools often require collaboration and coordination, and learners reported that the course inspired them to schedule or host meetings to start change initiatives. Learners met with colleagues, supervisors, heads of schools, superintendents, leadership teams, and students, as well as in professional development meetings and during workshops. In some respects, this represents a less risky, less time-consuming start of a change initiative when compared with actually launching an experiment. As instructors, we often suggested that learners solicit ideas and feedback from colleagues, and we are glad to see learners taking this step. However, we would be concerned if the course inspired many additional meetings that did not subsequently lead to change initiatives. As one learner wrote after a meeting with her university's administration, "We still have a lot to do, but it is interesting on how actually the ideas exposed on this course works very well on the real world. So, thanks!"

Sharing Course Content

Resources and practices from *Launching Innovation in Schools* were designed not only just to teach people how to engage in change initiatives, but also to support

the change process. The resources and practices are meant to be portable, and participants reported sharing course content, taking videos, readings, coursework, or other resources from the course to others in their offline environment to foster further discussion. One learner described, “I’m already working with a few teachers who are excited about redefining their teaching and collaborating on ways we can improve student learning. I will have to focus on what I can control, but I have collected all of the course materials, and have already started using them in my teaching, as well as sharing them with my colleagues.”

Collecting Data

In several sections of the course, we encourage students to collect data to provide new insights into their context, for example, all of Unit 4 is devoted to Measuring Progress and Adjusting. The most direct suggestion in the course is made in Unit 1, where we encourage students to interview or shadow a student. The bulk of responses reporting data collection are from the corresponding thread to this activity. One learner describes taking this optional activity a step further: “... for this course, I had to interview some students in my school. I did it with 35 students aged 15-18 who answered (anonymously) all the questions of the interview. I gathered their answers and now I can build my entire strategy on their wishes and desires.” Aside from responses to this specific prompt for this one activity, there were only a few additional responses coded within this category throughout data from the rest of the course. These responses described interviewing students, parents, and peers, holding focus groups and sending out surveys.

Doing Course Assignments with Others

One of the less commonly reported actions was doing course assignments with others, typically within the context of Learning Circles. The Facilitator’s Guide offers a variety of suggestions for how colleagues can productively spend time together. One learner shared the benefits of working with a colleague on the course: “Since there are two of us taking this class, we have had the opportunity for reflection at each step of the way.... We have used each other’s feedback to deepen our understanding of and commitment to working together to help solve our problem of practice. We are planning on using this document next week at the cultural competency training that we planned.”

Using or Facilitating Course Content

This category included learners who reported using course content individually in their practice or reported facilitating an activity from the course with others. As

noted above, participants in the course engage in online versions of activities, four of which we provide Take-Out Packages for, that function as scripts for facilitating the activity in-person with a group of colleagues. Facilitating these activities requires significant commitment from participants, including planning the activity, scheduling colleagues and, then, allocating one or more hours to facilitate the activity and reflect on it. Participants also described using these activities individually in their own practice, such as using the Left-Hand Column Case to work through a difficult conversation.

Table 2. Typology of participant self-reported actions, example of self-report for each action type, and number of responses coded in each category

Action Taken	Example Quote	Number of Responses
More commonly reported actions		
Initiating an experiment in practice	"Since part of my role is to design curriculum for ed-tech learning events, I was able to use principles from this MOOC to inspire me to design two learning events that incorporate reflection and online learning using Lynda.com & Seesaw."	56
Sharing course content	"Even though my whole school is not taking this course, I discussed what I was doing with a couple grade-level teams. I told them what I was hoping to get out of the class and asked them if they would help me."	73
Meeting to launch change	"I have been talking with other members of staff and students about the developments that we want to make in DT (Design Technology), which is been received very positively and is building an open dialogue between teachers."	55
Collecting data	"I began my research and to talk to different key teachers in the Middle School and High School to see their perspective about the project. In fact some have had some initiatives this year on interdisciplinary project integration and were willing to participate. All of them requested more time to plan with peers."	49
Less commonly reported action		
Using course content	"I have used the Left-Hand Column to unpack a conversation with a student who had been sent to me for disciplinary reasons. This tool helped to sort out the issues."	13
Doing course assignments with others	"Our team created this visual to help identify and explain our goals for our SHIFT innovation teacher team."	11

The six action types give some sense of the range of actions that participants took in their local community. They provide evidence that the learning in *Launching Innovation in Schools*, at least for a subset of the most engaged participants, was indeed embedded within participants' professional practice. From this, we have evidence that online professional learning can inspire and support learners in taking action in their local contexts, even when those actions are time-consuming and challenging. In the next section, we attempt to characterize what parts of the course supported these actions.

Which Design Elements Inspired and Supported Learner Actions?

Our first strategy for identifying which design elements supported learner actions was to analyze survey responses, forum posts, and replies to Call to Action open-response questions for learner-reported evidence of course use. Our expectation was that, when participants wrote about what actions they took, they would naturally make connections back to design elements. Unfortunately, this happened very infrequently. Only in 37 responses did participants self-report both an action they took in their local context and the resources that supported them. These data were too sparse to support any defensible hypotheses, and future data gathering efforts will need to elicit this information more directly.

We, then, looked for similarities and connections between the suggested actions embedded in assignments and Call to Action videos, and the actions participants reported taking. In Table 3, we list each Call to Action video, the actions suggested by the Call to Action video (using the classifications developed in the section above), and then the actions most reported in the related Call to Action open-response question. Throughout the videos, we suggested four strategies: sharing course content, meeting to launch change, initiating an experiment in practice, and collecting data. The responses suggest that, generally speaking, when participants self-report the kinds of actions taken, they are aligned with the suggestions in the Call to Action videos. We observe that data collection appears to be one area where our suggestions were weakly taken up. We are unsure if these calls were less clear or compelling, if we did not provide enough support for collecting data, or if this type of activity is more onerous for teachers and leaders.

To summarize, our course appears to have three kinds of mechanisms to encourage participants to take action in their local context. It seems obvious in retrospect: the most powerful approach appears to be including some type of action in the text of a required assignment. In the design of the course, we were reticent to do this, since we did not want to make the requirements of the course so onerous as to make it impractical for participants, but it appears to be the most effective. Moving questions within an "accountability framework," even when they are not strictly required, can improve responses. We had a low response rate to a discussion forum prompt that asked people to report on how they responded to our Call to Action videos. However,

when we gave a similar optional prompt in the Completion Checklists for each unit, we received substantially more responses with more detail. Suggestions that are embedded directly in assignment and accountability mechanisms produced the most activity and best descriptions of those activities.

The next most powerful mechanism appears to be direct appeals or suggestions from the instructor, in our case, through Call to Action videos. We hypothesized that these direct video appeals would be the most compelling way to inspire participant actions, especially given the weak accountability mechanisms in the course, but our estimation is that they are less effective than simply including tasks in the assignment. Finally, participants can be inspired and supported to take action by tools, models, and exemplars throughout the course. While these can support participants in making high-commitment actions like facilitating complex exercises, they appear to inspire fewer actions than the more direct appeals.

Table 3. Call to Action video titles, actions suggested by Call to Action videos, and most common actions reported in Call to Action Open Response Questions

Call to Action Video	Actions Suggested by Call to Action Video	Most Common Actions Reported in Call to Action Open Response Question
Assignment 1.1 Powerful Learning Environment	Sharing course content	Sharing course content Meeting to launch change
Assignment 1.2 Problem of Practice	Collecting data, meeting to launch change	
Assignment 2 Asset Map	Meeting to launch change	Meeting to launch change Sharing course content Initiating an experiment in practice
Initial Action Plan (IAP) Part 1: What Does Awesome Look Like	Meeting to launch change, sharing course content	Meeting to launch change Sharing course content
IAP Part 2: Concrete Steps for the Action Plan	Meeting to launch change, initiating an experiment in practice	Meeting to launch change
Initial Action Plan, Continued	Using course content	Using course content Meeting to launch change
IAP Part 3: Assessment Plan	Collecting data Initiating an experiment in practice	Initiating an experiment in practice Meeting to launch change Data collection
Final Assignment	Sharing course content	Sharing course content Meeting to launch change Initiating an experiment in practice

The strongest correlations between course design and self-reported actions involved the one activity and the one assignment where we directly indicated that participants should take some kind of action. As noted above, the optional Unit 1 activity “Interview/Shadow a Student” asked learners to engage in a specific data collection activity. However, this activity was optional and not for credit, so it was surprising that a number of learners chose to do it. This activity is one of the first of the course, and participation was less likely to be affected by high attrition rates than assignments and activities later on. In the second run of the course, we re-wrote the final assignment in Unit 6 to require students to share their work with a colleague for feedback and discussion. Of the 65 learners who submitted final assignments in the forums, 38 learners (58%) reported sharing a draft of their artifact with a colleague. This is the only point in the course where taking action is required (but not verified) for credit, and it was among the most successful at encouraging participants to take a specific action.

Discussion and Future Work

Effective professional learning in education and other professions is “job-embedded”; it allows participants to deploy new ideas and practices in their workplaces. For professional online learning to be effective, it needs to support this meaningful transfer from courseware into the workplace. If MOOC researchers hope to improve the efficacy of online professional learning opportunities, then it will be essential to study not just what happens in MOOCs, but how MOOCs are supporting professionals in improving their practice. Previous studies have identified that MOOC learners apply new credentials in job search or university applications (Littenberg & Reich, 2018; Zhenghao et al., 2015), MOOC learners apply new programming skills in open source projects (Chen, Davis, Hauff & Houben, 2016), and MOOC learners apply new analytics skills in scholarly pursuits (Wang, Baker & Paquette, 2017). We add to this growing literature about real world transfer of learning from MOOCs by providing preliminary evidence about how educators apply learning from MOOCs in their local school settings.

Through analysis of learner responses, we found evidence that a subset of the most engaged participants in *Launching Innovation in Schools* took a variety of actions in their local contexts. The course focused on getting participants not only to just plan, but also actually commence new change initiatives, and our most important finding is that participants are indeed able to do so during the course. We also found that participants shared course materials, initiated planning meetings, collected data, facilitated course activities, and did coursework with others.

Our hypotheses about which design elements supported these new actions are more speculative. The evidence suggests that the most effective way to get learners to engage in real-world actions is to embed those suggestions directly into activity and assignment prompts and accountability mechanisms, like self-check questions. Even

when the accountability mechanisms are, in fact, quite weak, these seem to inspire learner actions. Suggestions from instructors, embedded in videos or other design elements, also appear to inspire learners to take action. Finally, design elements that model or support practices directly can also encourage participants to engage in those practices in their own contexts.

As course instructors, we find sufficient evidence of the efficacy of our design elements--Learning Circles with a Facilitator's Guide, action-oriented assignments with Call to Action videos, and theory-linked activities with Take-Out Packages--that we intend to continue using these elements in subsequent courses. We plan to shift more of our calls to action directly into coursework prompts and accountability mechanisms to encourage more activity, while watching carefully to see if these higher expectations increase attrition. We also plan to continue to find ways to make our course materials more shareable by using Creative Commons licenses, web-accessible readings and resources, and ensuring that our videos are easily accessible online.

We are planning several strategies to improve our data collection practices in subsequent courses. From these two runs of *Launching Innovation in Schools*, we gathered important insights into how our courses influence participants' professional practices, but we still have low response rates to all of our prompts. First, we are considering being more explicit with participants about our research goals by announcing early in the course that reporting changes in work practice is an important element of the course. We have some concerns about social desirability biasing participant responses, but those concerns are balanced by our desire to help participants understand our objective better. We also plan to be more direct in asking participants to connect their new practices with the design elements that were most useful in helping scaffold changes in practice. We hope to improve survey response rates through reminders, and we are interested in experimenting with soliciting data through social media channels such as Facebook and Twitter. It is hard to predict which data collections will elicit participant responses. This underscores that multiple, varied methods, deployed throughout the run of a course, are necessary. We also need better baseline data about participant practices, so we can better understand what changes during and after the course. We plan to include additional items in pre-course surveys and early assignments to collect more baseline data about participant practices. We expect that these suggestions may be useful to other MOOC researchers and course designers studying professional learning.

Future research will also need to go beyond self-report data of changes in practice to methods that allow for the direct observation of change. This data collection will be very challenging given the wide geographic distribution and diversity of our learners. It may be possible to partner with school districts that encourage employees to take MOOCs, so researchers can make observations of practice before and after the course, or use data such as annual reviews that can shed light into how the course might affect participant behavior. Only by deeply understanding how MOOCs change

learner behavior in the real world, MOOC researchers will be able to provide faculty and instructional designers with guidance for designing effective environments for online professional learning.

REFERENCES

- Brennan, K., Blum-Smith, S., & Yurkofsky, M. M. (2018). From Checklists to Heuristics: Designing MOOCs to Support Teacher Learning. *Teachers College Record*, 120(9).
- Chen, G., Davis, D., Hauff, C., & Houben, G. J. (2016, April). Learning transfer: Does it take place in MOOCs? An investigation into the uptake of functional programming in practice. In *Proceedings of the Third (2016) ACM Conference on Learning@Scale* (pp. 409-418). ACM.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. Sage.
- Chirikov, I., Semenova, T., Maloshonok, N., Bettinger, E., & Kizilcec, R. F. (in press). Online Education Platforms Scale College STEM Instruction with Equivalent Learning Outcomes at Lower Cost. *Science Advances*.
- Darling-Hammond, L., LaPointe, M., Meyerson, D., Orr, M. T., & Cohen, C. (2007). *Preparing School Leaders for a Changing World: Lessons from Exemplary Leadership Development Programs. School Leadership Study. Final Report*. Stanford Educational Leadership Institute.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory*. Chicago, IL: Aldine.
- Ho, A., Chuang, I., Reich, J., Coleman, C., Whitehill, J., Northcutt, C., ... & Petersen, R. (2015). *HarvardX and MITx: Two years of open online courses fall 2012-summer 2014*. Available at SSRN 2586847.
- Hunzicker, J. (2010). *Characteristics of Effective Professional Development: A Checklist*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED510366.pdf>
- Kleiman, G., Kellogg, S., & Booth, S. (2015). *MOOC-Ed evaluation final report*. Retrieved January, 16, 2018. Retrieved from <https://fi-courses.s3.amazonaws.com/place/research-reports/hewlett-evaluation-final.pdf>
- Littenberg-Tobias, J., & Reich, J. (2018) Evaluating Access, Quality, and Inverted Admissions in MOOC-Based Blended Degree Pathways: A Study of the MIT Supply Chain Management MicroMasters. Retrieved from SocArXiv: <https://osf.io/preprints/socarxiv/8nbsz/>
- Milligan, C., & Littlejohn, A. (2014). Supporting professional learning in a massive open online course. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15(5).
- P2PU. (2016). *Learning Circles Facilitator Handbook*. Retrieved from https://www.p2pu.org/assets/uploads/learning_circle_downloads/facilitator_handbook.pdf
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). Design-based research methods for studying learning in context: Introduction. *Educational psychologist*, 39(4), 199-201.
- Seaton, D., Coleman, C., Daries, J., & Chuang, I. (2014). Teacher Enrollment in MITx MOOCs: Are We Educating Educators? Available at SSRN 2515385.
- US Office of Educational Technology. (2014). *Online Professional Learning Quality Checklist*. Retrieved from <https://tech.ed.gov/wp-content/uploads/2014/11/Section-5-Online-Professional-Learning-Quality-Checklist-FINAL.pdf>

- Wang, Y., Baker, R., & Paquette, L. (2017, January). Behavioral predictors of MOOC post-course development. In *Proceedings of the Workshop on Integrated Learning Analytics of MOOC Post-Course Development*.
- Zhenghao, C., Alcorn, B., Christensen, G., Eriksson, N., Koller, D., & Emanuel, E. (2015). Who's benefiting from MOOCs, and why. *Harvard Business Review*, 25, 2-8.

ACADEMIC PROFILE OF THE AUTHORS

Alyssa Napier is a doctoral candidate at the Harvard Graduate School of Education.

E-mail: amnapier@mit.edu

Address:

86 Brattle St, Cambridge
MA 02138, USA

Elizabeth Huttner-Loan is an instructional designer at IBM.

E-mail: huttner@mit.edu

Address:

1 Rogers St, Cambridge
MA 02142, USA

Justin Reich is an Assistant Professor of Comparative Media Studies at MIT, and the director of the MIT Teaching Systems Lab, which aspires to design, implement, and research the future of teacher learning.

E-mail: jreich@mit.edu

Address:

77 Massachusetts Ave, Cambridge
MA 02139, USA

Date of receipt: 13/01/2020

Date of acceptance: 04/02/2020

Date of layout: 27/03/2020

Data-driven educational algorithms pedagogical framing

(El encuadre pedagógico de los algoritmos educativos basados en datos)

Daniel Domínguez Figaredo

Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26470>

How to reference this article:

Domínguez Figaredo, D. (2020). Data-driven educational algorithms pedagogical framing. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 65-84. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26470>

Abstract

Data from students and learning practices are essential for feeding the artificial intelligence systems used in education. Recurrent data trains the algorithms so that they can be adapted to new situations, either to optimize coursework or to manage repetitive tasks. As the algorithms spread in different learning contexts and the actions which they perform expand, pedagogical interpretative frameworks are required to use them properly. Based on case analyses and a literature review, the paper analyses the limits of learning practices based on the massive use of data from a pedagogical approach. The focus is on data capture, biases associated with datasets, and human intervention both in the training of artificial intelligence algorithms and in the design of machine learning pipelines. In order to facilitate the adequate use of data-driven learning practices, it is proposed to frame appropriate heuristics to determine the pedagogical suitability of artificial intelligence systems and also their evaluation both in terms of accountability and of the quality of the teaching-learning process. Thus, finally, a set of top-down proposed rules that can contribute to fill the identified gaps to improve the educational use of data-driven educational algorithms is discussed.

Keywords: teaching practice; learning conditions; sciences of education; experimental education; educational research; electronic data processing.

Resumen

Los datos procedentes de los estudiantes y de las prácticas de aprendizaje son esenciales para alimentar los sistemas de inteligencia artificial empleados en educación. Asimismo, los

datos generados recurrentemente son fundamentales para entrenar los algoritmos, de manera que puedan adaptarse a nuevas situaciones, ya sea para mejorar el ciclo de aprendizaje en su conjunto o para gestionar tareas repetitivas. A medida que los algoritmos se propagan en diferentes contextos de aprendizaje y se amplía su capacidad de acción, se requieren marcos pedagógicos que ayuden a interpretarlos y que amparen su uso adecuado. Basándose en el análisis de casos y en una revisión de la literatura científica, en este artículo se analizan los límites de las prácticas de aprendizaje fundamentadas en el uso masivo de datos desde un enfoque pedagógico. Se toman en consideración procesos clave como la captura de los datos, los sesgos en las bases de datos y el factor humano que está presente en el diseño de algoritmos de inteligencia artificial y de sistemas de Aprendizaje Automático. Con el fin de facilitar la gestión adecuada de los algoritmos educativos basados en datos, se plantea la idoneidad de introducir un marco pedagógico que permita analizar la adecuación de los sistemas de inteligencia artificial y apoyar su evaluación, considerando su impacto en el proceso de aprendizaje. En ese sentido, se propone finalmente un conjunto de reglas de enfoque heurístico con el fin de mejorar los vacíos pedagógicos identificados y que puedan apoyar el uso educativo de los algoritmos basados en datos.

Palabras clave: práctica pedagógica; condiciones de aprendizaje; ciencias de la educación; pedagogía experimental; investigación educativa; tratamiento electrónico de datos.

The ability to access directly the large amounts of data from online learning platforms is affecting the establishment of the purposes, procedures and the very consideration of educational practices based on digital data. At the same time, the growth of digital learning spaces is boosting basic research on learning processes based on the huge volume of digital data available.

In order to address the challenges of massive data analysis in the study of digital learning experiences, new disciplines –such as learning analytics (Siemens et al., 2011; Buckingham & Ferguson, 2012; Greller & Drachsler, 2012)– combining computer science, mathematics and applied statistics have been introduced (Gitelman, 2013; Kitchin, 2014). Educational research is also increasingly using automatic processes that rely on available information to intervene directly in the learning cycle –i.e. predictive learning analytics, student modelling, recommendation systems, or educational process trace analysis (Breslow et al., 2013; Thille et al., 2014) are all methods that use Artificial Intelligence (AI) algorithms to adapt course design to student needs–. In addition, digital data are also used to design and train Machine Learning (ML) based applications to guide students, and monitor and evaluate learning (Hew, Qiao, & Tang, 2018; Hussain, Zhu, Zhang, Abidi, & Ali, 2019).

Along with the emergence of new methods and disciplines, there is a debate about the change involved in accessing information on student behaviour directly, without previous filters or, at least, without the type of conceptual and methodological filters used previously –i.e. statistical inference, sampling, theoretical framing, etc.–. And, in the same way, radical changes are being discussed in the epistemic conditions that

support the ethical regulation of research and intervention in students' daily lives (Crawford, 2016; Farrow, 2016; Metcalf, Keller, & boyd, 2016; Amo et al., 2019).

In that context, this document attempts to frame the main current debates on the use of AI in education by providing a pedagogical view from the educational sciences (Goksel & Bozkurt, 2019; Luckin & Cukurova, 2019; Sharma, Kawachi, & Bozkurt, 2019; Sloane & Moss, 2019; UNESCO, 2019; Zawacki-Richter, Marín, Bond, & Gouverneur, 2019). AI is the combination of a certain type of technology – an algorithm– and a large set of data; and it also includes non-human data, product design and the software used (Sinders, 2019a). AI-based systems and products can affect learning in many ways and, above all, is currently changing the face of educational research and technological interventions aimed at improving the learning cycle. Thus, applying AI in learning contexts involves addressing many of the conceptual and epistemic concerns of data-based educational research (Domínguez, Álvarez, & Gil-Jaurena, 2016).

The paper discusses the pedagogical principles associated with data-driven educational algorithms in order to provide useful rules to guide their design and application in educational spaces. According to the previous analysis by Houlden & Veletsianos (2019), a critical and relevant example-based approach together with a literature review is applied here to conduct the analysis. Firstly, the importance of the human component in the design of AI and ML systems is described. It then analyses the need to introduce a pedagogical dimension that frames the specifically educational aspects arising from data privacy, algorithmic biases and enhanced surveillance systems. Finally, based on the identified pedagogical elements, a heuristic approach is used to propose a set of rules to guide the design and evaluation of data-driven AI applications in education. It is intended to serve as a theoretical precedent to empirically validate a set of criteria for the implementation of AI-based learning systems in education.

THE HUMAN FACTOR IN EDUCATIONAL ALGORITHMS

The data determine much of what educational algorithms do. The data that feed the educational algorithms are a variety of inputs that people make, such as what they choose to like online, what they comment on, how often they check something, and when they use something. They are constantly feeding into the algorithm within the myriad of existing AI-based products, such as recommendation systems, text editors, conversation robots, or activity supervisors. In this way, the data are activated: they have a particular purpose and can become as important as the code of the algorithm (Sinders, 2019b).

But the data is not the main element that determines how the algorithms behave. System design and, especially, human decisions about how to combine data sets are fundamental to understanding how an algorithm uses data.

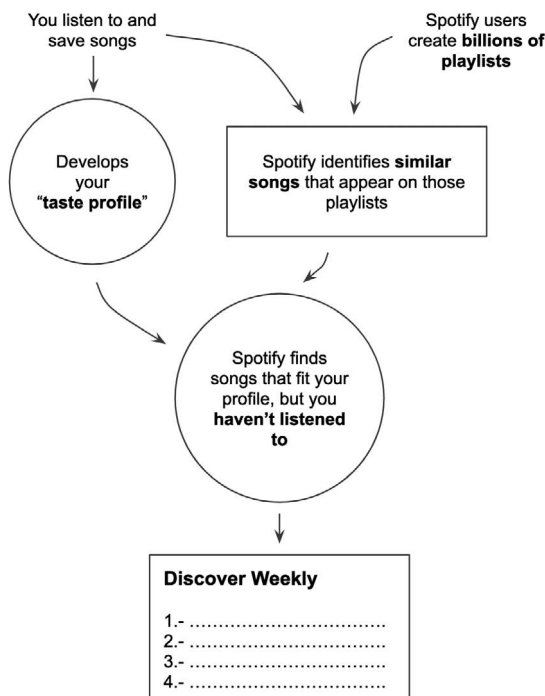
Core decisions in predictive analytics

This is the case, for example, with learning recommendation systems, which is one of the outstanding features in e-learning products and also supports institutional strategies for student recruitment and retention (Bodily & Verbert, 2017; Prabhakar, Spanakis, & Zaiane, 2017; Romero & Ventura, 2017). In general, recommendation systems are algorithms that aim to suggest relevant elements to users such as movies to watch, products to buy, text to read, learning activities to do, or courses to enrol in. In education, recommendation systems are the main product of predictive analysis, which many colleges and universities use to achieve their student recruitment objectives, focusing on enrolment strategies and adjusting scholarship policies. Demographic and performance data can help educational institutions predict whether a student will enrol in a course, whether once enrolled he/she will stay on track during his/her learning cycle, and whether he/she will require support not to fall behind before completion. Predictive analytics are also used to better tailor counselling services and to personalize learning with the goal of improving student performance (Domínguez, 2018).

To explain how these systems work, as well as the human component in algorithm modelling, the case of Spotify's recommendation app called *Discover Weekly* is described (see Figure 1). *Discover Weekly* is a playlist of songs created from a combination of user data and algorithmic inference. In order to display a suitable playlist to a target person, the system initially relies on other people's playlists. Spotify commences by looking at all the playlists created by users, which contain a reflection of their interests and sensitivities. These human-made song selections and groupings are at the heart of *Discover Weekly*'s recommendations. From there, the algorithm gives extra weight to the company's own playlists and the lists that have the most followers. It then attempts to fill in the gaps between the target person's listening habits and those with similar interests. Consequently, if Spotify detects that two of the target user's favourite tracks tend to appear in other playlists along with a third track that the target has not listened to before, it will suggest the new track. In addition, Spotify also creates a profile of each user with their particular music interests, grouped into singer sets and music genres. Finally, the algorithms are responsible for connecting the data from the millions of playlists and the personal interest profile (Pasick, 2015; Sinderson, 2019c).

The approaches behind this process of configuring Spotify's algorithms include collaborative filtering and natural language processing, which are automatic selection systems, along with deep learning, which is a technique for recognising patterns in huge amounts of data using powerful computers that are *trained* by humans to improve their selections (Johnson & Newett, 2015).

Figure 1. Spotify Discover Weekly algorithm model



Note. Reprinted from “The magic that makes Spotify’s Discover Weekly playlists so damn good,” by A. Pasick, 2015 (<https://qz.com/571007/>). Copyright 2019 by Quartz & Nikhil Sonnad

In educational contexts, automatic referral systems meet the same requirements as *Discover Weekly*. To make the results fit the interests of the students, it requires previous access to the trace data generated in the interaction with the educational software, mainly with the Learning Management Systems (LMS). The decisions about which data to obtain or how to combine them do not correspond to the algorithm, but to the people in charge of modelling the information and designing the automatic processes that will later be executed by the algorithm. When it happens in learning contexts, many questions arise that have a clear pedagogical component.

On the one hand, students may wonder how a certain sequence of recommendations came to exist. Which concrete data trained the algorithm. Whether the algorithm infers only from the learning habits of a single student, or whether it takes into account the most popular patterns among the set of actions performed by all students in the LMS. If it takes into account one gender over another, or the time when the actions happen. Whether the actions made by friends –i.e. people you

have contact with within the LMS, or eventually outside on social networks– have an effect on the suggestions made.

What is more, from the perspective of the teacher who uses AI-based software in the classroom (Smith, 2019), it is necessary to know the rudiments behind the technologies employed. To improve teaching, it is equally necessary to have the ability to adapt the system to the specific learning practices that arise spontaneously. This aims to prevent the biases and issues associated with current AI-based learning systems which, as mentioned above, require human intervention –and in this case, also the application of a pedagogical vision– decisively to operate properly in a given learning context.

Machine learning pipelines in educational contexts

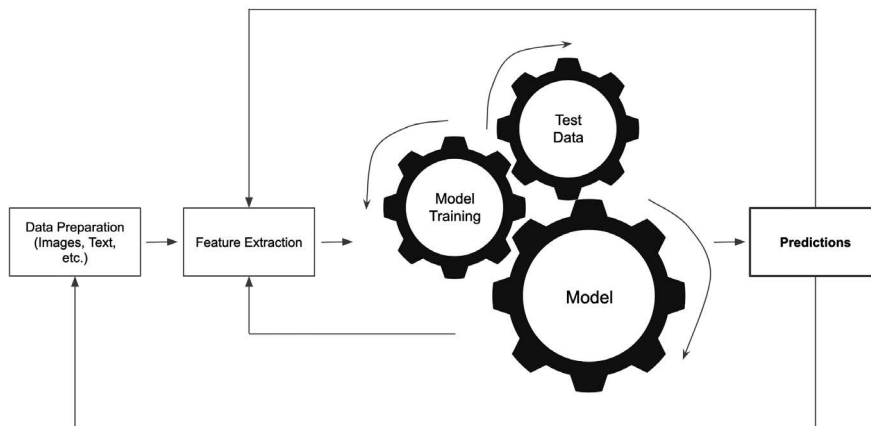
In addition to AI systems for recommendations, there are educational applications of ML –a subset of AI– especially oriented to the grading process (Alsuwaiket, Blasi, & Al-Msie'deen, 2019), predictive analytics (Uskov, Bakken, Byerly, & Shah, 2019), and identification of learning paths adapted to each student (Kurilovas, 2019). And as it happens with the data-based AI applications, also in the design of educational systems based on ML there is an outstanding human component that requires a pedagogical approach.

ML pipelines consists of the steps to train a data model. It helps to automate the workflows leading to the design of an ML algorithm. It is a cyclical and iterative process, as each step is repeated to continuously improve the accuracy of the model and to have an efficient algorithm. Many of the current ML models are *trained* neural networks, capable of executing a specific task or providing knowledge derived from *what happened* to *what is likely to happen*. They are complex models that are never completed. Rather, through repetition of mathematical or computational procedures, they are applied to the previous result and improved each time to obtain closer approximations to *problem solving*. Thus, a huge amount of data, processed iteratively, are required to provide the resources to train the ML models (see Figure 2).

One last element to consider in order to obtain good results in the processing of large volumes of data, is the value of the metadata. Metadata resides with the captured data and provides descriptive information about the digital objects –which aggregate data– and the autonomous data. Metadata extraction and correlations between them are the basis of ML models. This is due to the need to work with tags in order to associate data that considered independently would be difficult to handle with each other (Zhou, 2018).

Figure 2. A Standard Machine Learning Pipeline

A Standard Machine Learning Pipeline



Note. Reprinted from “How to Build a Better Machine Learning Pipeline,” by L. Zhou, 2018 (<https://www.datanami.com/2018/09/05/how-to-build-a-better-machine-learning-pipeline/>). Copyright 2020 by Datanami & Western Digital

Moving that process into the field of education, the main consideration relates to the types of essentially educational tasks required to work with ML systems. Designing the model, training the model, and testing and tagging the data are all human tasks. People are needed to train the models, because currently this task cannot be done without the participation of people. And it is those people who make decisions about what happens to the ML systems, where they are going to be used and for what purposes.

The main pedagogical concerns here are related to the evaluation of the whole system, so that the training of the model is properly oriented to the requirements in terms of learning improvements, without deviations, once several iteration cycles have passed. Additionally, we must also consider the adequate pedagogical approach of the whole system, in terms of fostering the adequate development of skills and competencies of students (Reich, 2014).

MISALIGNMENTS IN DESIGNING DATA-DRIVEN ALGORITHMS

Over the past few years educational sciences have developed a set of conceptual, policy and institutional resources based on how to work with data from learning practices. But AI educational systems are questioning the strict application of that framework to the case of digital data. When researching in a digital context, many open questions arise on substantive issues: whether research methods and programmes

based on digital data should be excluded from current ethical frameworks, or are required to comply with existing standards; whether these current standards should be adapted to the special circumstances of digital systems, or whether completely new standards and institutional commitments are needed.

So working on AI requires expanding the framework for educational research. Data from students' digital practices become –at least, in theory– indefinitely connectable and reusable, continuously updateable and easily removable from the context in which they were collected (boyd & Crawford, 2012; Zwitter, 2014). These features that characterize digital systems challenge the limits corresponding to analogue practices, which depend on data that are bounded in time and context, and which are highly constrained by technical infrastructure and financial cost.

A set of methodological challenges associated with the educational use of automatic data processing technologies is analysed below. The concerns involved in the socio-educational use of data-based technologies are raised (Tufekci, 2013; Pitcan, 2016; Bulger, 2016; Caplan, Donovan, Hanson, & Matthews, 2018; Perrotta & Selwyn, 2019), and from there a renewed approach is provided to improve learning based on the management of students' digital data.

Data set and platform bias

As mentioned, to suggest recommendations predictive AI systems study people's behaviour and relate it to some pattern that can explain their actions and, especially, predict their behaviour in the future. In the case of e-learning, the data analysed come from highly complex situations, with multiple meanings and whose interpretation depends largely on the context in which they have been collected. The main element that determines the context is the specific digital platform where the learning activity takes place. This is so important that the same behaviour could have different meanings depending on the platform on which it occurred.

For example, in the case of research on social behaviour on the Internet, the most analysed platform has been Twitter. However, Twitter is far from being a platform that represents the set of digital applications that allow social interaction. Each platform incorporates certain specific functionalities that may not be representative of other social platforms or of human social behaviour in general.

As for Twitter and social networks, in education the platform that has been most researched from learning analytics methodologies has been Open edX. This is mainly due to the fact that it is a free, open source tool that was originally developed for the courses of the edX project, which is the main MOOC site on the Internet.

The multiple studies and experiments on student activity in Open edX have led academics to suggest a general framework for student behaviour in online courses. The framework addresses such important issues as communication in the forums, course completion rates and teacher assignments. However, the Open edX platform does not have some of the features that are common and widely used in other

tools, such as Moodle, Canvas or Blackboard platforms, which are leaders in the LMS market. For example, Open edX differs from Moodle in aspects such as the integration of visual elements into text, the monitoring of forum discussions or the management of assessment tests. Open edX's simple interface is well suited for use on mobile devices, making it the preferred platform for studying in mobile situations or from low-bandwidth environments. The mechanism for consulting video classes also causes a particular behaviour, since it is based on a series of viewing rules that are not necessarily equivalent or correspond to the way audio-visual content is consumed on other digital platforms.

To compensate for the shortcomings of the single-platform research models, the data sets involved should be extended to cover the emerging ecology of the contexts that are related to the phenomenon under analysis (Ruipérez-Valiente, Halawa, Slama & Reich, 2019). This does not mean that nothing valuable can be investigated from a single-platform analysis. Rather, it is to assume that these analyses are examining a closed system. And that, ultimately, the solution to this limitation of research based on specific data sets may not be solved by learning analytics methodologies alone.

Searching for tags and keywords in single case studies

Many educational studies with big data –later taken as a reference for modelling AI software– extract relevant text from a platform using tags or keywords. For example, in a course's virtual forum, messages are analysed for words such as *exam*, *query*, or *thanks*. While studies based on tags and keywords can be a powerful method to examine the flow and subject matter of conversations in a course, they are analyses built on the basis of selecting the dependent variable, which is the one that corresponds to the case under study, with all the characteristics and weaknesses that entails using such a methodological route.

In a social investigation, a sample comprising one or several cases has limited analytical power and could offer misleading results, since the variation in the dependent variable is limited (Geddes, 1990). For example, if research is conducted on the essential conditions for students to better understand a topic within a course by looking only at cases of successful courses that have occurred, the explanatory power will necessarily be limited. To improve explanatory power, it would be necessary to also include cases that might have similar characteristics, but where failures have occurred and students have not adequately understood the topics. In the same vein, in keyword-based datasets, a message is included in the dataset precisely because it has a particular outcome already associated with it. In addition, most keywords used to create large datasets are examples of successful terms, which are well known, widely distributed and generate great interest. This calls into question the capacity of this type of study and points to the need to open up the design of research by incorporating a wider variety of techniques and instruments for analysis.

Correlation does not imply causation, even for algorithms

Related to the above assumption, there is a close relationship between the selection of dependent variable features and the attribution of specific factors on which the uncorrelated sample features depend. That is, a self-selected population will not only have general characteristics different from those of the general population, but may also exhibit significantly different correlation trends. This creates –at least– two types of problems.

On the one hand, there is confusion in the variables analysed. Following the example of the tags associated with a message in a forum, these are often related to assumptions, meanings and the cultural or political structure of the context where the conversation takes place. Therefore, the use of tags, in addition to being a method of self-selection, often involves participation and commitment to the framework that the tag integrates. The biases inherent in this situation prevent the conclusions from being generalized to other contexts, which limits the research.

However, the main mistake that research designs that confuse the dependent and independent variable can make is the assumption that the correlation between the factors or traits observed simultaneously in the variables implies some kind of causality between them. This is a common fallacy in the field of statistics, which consists of inferring that there is a causal relationship between two or more events because a statistical correlation between them has been observed, and that big data studies have helped to generalise in part for the reasons given above (Muller, 2018).

Big data studies often emphasize the variations and slides that occur in large volumes of data and assign simple explanations to the complex phenomena behind those variations (Michael & Miller, 2013; Poel, Meyer, & Schroeder, 2018; Brady, 2019). One example is studies at the level of the education system, such as those that analyse the segregation of students in neighbourhoods according to socioeconomic level (Ball, Bowe, & Gewirtz, 1995; Orfield & Lee, 2005), or those that make comparisons between academic performance and other geographic variables such as the country or region of residence of the students (Coleman, 1966; Sirin, 2005). In the history of education there has been much research that has sought correlations between simple variables in order to respond to complex problems, and these have often been questioned over the years. Currently, access to large data sources has opened the door to new and increasingly creative interpretations that are closer to the theoretical approach that supports the studies than the observed evidence (Hansen & Reich, 2015; Monarrez, 2018). Limited funding and time constraints also lead researchers to find causality between factors where there is only apparent correlation that does not always explain the variance in variables analysed in the studies.

Sample limitations

When a study is based on big data, there is a risk of not sufficiently understanding the value of the underlying sample. In social research, the sample corresponds to the selection of people chosen to represent the population where the conclusions are to be applied. Since often not all of the population is available, you must choose a sample that represents it and is manageable. The study is applied to the sample with the expectation that the conclusions obtained can also be replicated in the whole population.

In the case of big data, the research is usually very extensive and the populations to which the studies are projected are often very large. For example, they may concern all Internet users (González-Bailón, Wang, Rivero, Borge-Holthoefer & Moreno, 2012; Ruths & Pfeffer, 2014; Pfeffer, Mayer & Morstatter, 2018), or in the case of education there may be studies whose findings are intended to apply to all students participating in digital courses, all university students or all schools located in a particular type of neighbourhood (Warnakulasooriya & Black, 2018). As the information available in the massive databases is very numerous, the researcher tends to think that these data are sufficient to represent the population. However, this is not always the case and, if one moves forward without an adequate sample selection, one will be assuming a certain risk. Thus, problems may arise in guaranteeing representativeness and equity when attempting to generalize results to populations that, because they are so broad, are characterized by great heterogeneity.

The lack of representativeness of the sample in the case of massive information sources can be tackled by using selection methods appropriate to the size of the population. This includes using big data also in the previous phases of the study, so that it is possible to segment the large volumes of data available. And, on the other hand, social research is called to imitate experimental sciences and incorporate scales close to 1:1 both in the process of information analysis and in the inference of results, thus expanding the commitment to the social reality which intends to study.

The network structure does not reveal everything

Most big data research uses social network analysis methods. In education, it is common for LMSs to incorporate the feature of displaying network structures created from relationships between students or from their interactions with learning resources in online courses. Social networks analysis tries to know the evolution of the information flows provided by the people who are interacting in a certain context and, for this purpose, it uses graphic representations that show the connections between the nodes that make up the network –which can be people, messages sent to a forum, interactions with a resource, etc.–, filtered by the attributes of those nodes –for example, the subject of a message, the type of interaction, etc.– and according to the weight of the links between those nodes –more or less weight depending on

the role of the person sending the message, whether the resource is autonomous or part of a learning sequence, etc.–

In many cases, researchers using social network analysis take into consideration the structural properties of the whole network to infer from them other properties of the links between the different nodes. For example, one of the most common practices is to connect the links between the alters –an individual’s network consists of an *ego* representing that individual, and his *alter*, which are the others to whom that ego is connected– to the properties of the network structure. This is true only under certain strict conditions where bridging relationships between groups of networks would be more likely to be weak links (Onnela et al., 2007). These are technical issues, but they can lead to inaccuracies as the information contained only in the network structure is limited.

A PEDAGOGICAL FRAMEWORK FOR EDUCATIONAL ALGORITHMS

A set of heuristic top-to-bottom dimensions aimed at filling the gap detected in the design of algorithms in the educational context is proposed below (see Table 1). In social sciences, heuristic-based analytical frameworks are associated with dynamic and open assessment methodologies. Their main utility lies in the formulation of simple evidence-based rules that provide a wide margin for the analysis of cases that depend on a large number of variables, helping to limit the high degree of complexity in those cases. Based on these rules, key performative indicators can be proposed that function under the logic of criteria satisfaction. The criteria are considered satisfied if a minimum percentage of achievement associated with the indicator is covered, which makes the analysis process more open and flexible than control methods based on dichotomous criteria such as A/B type (Gigerenzer & Selten, 2002; Sundar & Singh, 2013; Mousavi & Gigerenzer, 2014).

The proposed scheme is based on the principles already presented and also benchmarked the existing frameworks on the appropriate use of AI systems in other non-educational settings (Saurwein, Just, & Latzer, 2015; Caplan, Donovan, Hanson & Matthews, 2018; Bunker & Thabtah, 2019;; Floridi & Cows, 2019; Jobin, Ienca, & Vayena, 2019;). The aim is to introduce a pedagogical layer in the general rules that guide the design of data-based algorithms (Reif, n.d.), for which dimensions and questions are posed to guide the action, here following the model of Diakopoulos et al. (2017) and US-ACM (2017).

Table 1. Key dimensions for educational algorithms

Dimensions	Guiding questions
Accountability: In education, Algorithms are used to make decisions and allocate learning resources based on large datasets. And algorithmic accountability is the process of assigning responsibility for harm when algorithmic decision-making results in discriminatory and inequitable outcomes.	• Are interested audiences informed about the algorithmic decision-making? • Is there a system of internal rules on transparent behaviour? • Are users warned about taking responsibility when interacting with the system? • Are there public measurement criteria for the system's performance?
Biases: When algorithms produce unfair results, we refer to them as biased. Algorithmic biases can occur in many ways: by the social context in which an algorithm is created, as a result of technical constraints, or by the way the algorithm is used in practice.	• Is the system design focused on trust? • Is there a decision review mechanism? • Is there a system for social/automatic monitoring of bias? • Is there a system for modification in case of bias?
Data provenance: The data within the algorithms are symbiotic with the algorithm itself. So in product design, the data entered into the algorithms determine the characteristics of a product. When data sets are opaque, there is no way to accurately evaluate the results of digital products.	• Is the data properly tagged? • Is the algorithm trained to discriminate cultural variants in the data? • What data is used to feed the suggestions? • Does the data of others affect the suggestions in particular cases?
Explainability: Ensure that both the algorithmic decisions and the data that drive them can be explained to end users and learning management stakeholders in non-technical terms.	• Who are the end-users and who are the stakeholders? • What part of the system can be explained to users and stakeholders? • How much of the data sources can be disclosed? • How many of the decisions assumed by the algorithm can be explained?
Fairness: Ensure that algorithmic decisions do not generate discrimination or unfair impacts when different social profile variables are considered.	• Is there control of users who may be favoured over the disadvantaged? • Is there control of potentially harmful effects generated by the mistakes of other users? • Is there control over the context in which the system operates? • Are cultural rules taken into account?

Dimensions	Guiding questions
Harmful content: The design of an AI-based product has to consider the type of content that users can add to a repository. It is detrimental not to check and verify whether that content is harmful or not. Policies are required that define the possible damages caused to third parties in terms of containment and actions.	• Is there control of false identities? • Is there verification of suspicious content? • Is there a social/automatic damage control system? • Is there a protocol against possible damages?
Pedagogical approach: Not only, but mainly, the design and use of educational data-drive algorithms requires a pedagogical approach. This means addressing, at least, essential issues such as the learning theories behind the AI model, attention to the context of the data, and the usefulness of the output to improve learning.	• Have the features of the people involved in the proposal that are of pedagogical interest been properly framed? • What is the educational theory behind the algorithmic decision-making scheme? • Have evidence-based alternatives in the field of learning been considered? • Have the attributes that are of pedagogical interest been adequately contextualized in the data used?
Privacy: The data used in educational algorithms come from individuals. They are intimate data, because conversations and social interactions are various forms of intimacy. So the lack of privacy gradients in the design of the algorithms can facilitate harassment and violations of student privacy.	• Have privacy gradients been defined? • Have intimate, personal, social and public spaces been delimited? • Are there mechanisms for user consent? • Is the user allowed to move between the variations of public and private?

The dimensions and guiding questions of the framework are intended to provide operational shortcuts to educational professionals on how to incorporate a pedagogical approach as well as student sovereignty into the practice of algorithm design. It also aims to focus on the orientation of algorithms to the achievement of student competencies and skills, on the basis that decisions about recommendations and nudges should be guided by pedagogical evidence. All this seeks to foster safer and more inclusive learning spaces and interactions with IA.

DISCUSSION AND FUTURE WORK

The arguments provided in this paper are intended to complement existing evidence in the scientific literature about providing educators with resources to face the introduction of AI in learning spaces. Proposing key methodologies and guidelines grouped in heuristic rules is considered an appropriate way, since this allows for the management of resources in particularly complex situations.

As a non-technical theoretical proposal, the ability to implement the presented framework in practice will depend on further empirical validations referred to in future studies. Thus, the discussion on the construction of the heuristic scheme points to a set of research references on the design of theoretical frameworks and the subsequent empirical validation of rules and constructs.

Another issue with heuristics that can be discussed concerns the so-called consistency of the context. Heuristics are a great contribution when the assumptions on which they are based are sufficiently consistent in the contexts where they are applied. Therefore, the proposed scheme should also be validated in the variety of phases/territories where it is intended to be applied: either in the design of an algorithm, or in the implementation in practice situations, or if it is a technical development context, or one of educational instructional design, etc.

Simple rule frameworks provide shortcuts that assist both the algorithm design process and the use of digital tools in teaching. However, they cannot be directly applied. It is necessary to previously analyse the effective practices of the subjects in the digital spaces, trying to understand their behaviour in a global way. It is assumed that large data sets –either inherently or as a result of their size– do not have direct answers to the most interesting questions. That is why heuristic rule-based approaches advocate simplifying decision-making in complex learning situations, while optimizing the effect by placing the greatest emphasis on analysing the set of actions that produce a given learning.

The next steps in the field of data-driven educational algorithms aim at deepening from a pedagogical perspective the implementation of derived technologies in real educational practice situations, so that the implications of AI in decision making and in the enrichment of learning processes are fully understood. Also, to advance in the analysis of the challenges that AI implies for educational research. And equally, to be open to the validation –both theoretical and empirical– of schemes such as the one proposed here, which serve as a guide for professionals and academics to manage data-driven digital technologies in learning processes.

REFERENCES

- Alsawaihet, M., Blasi, A. H., & Al-Msie'deen, R. A. (2019). Formulating module assessment for improved academic performance predictability in higher education. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9(3), 4287-4291. Retrieved from <https://www.etasr.com/index.php/ETASR/article/view/2794/pdf>
- Amo, D., Fonseca, D., Alier, M., García-Peñalvo, F. J., Casañ, M. J., & Alsina, M. (2019). Personal data broker: A solution to assure data privacy in EdTech. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Learning and collaboration technologies. Design, experiences. 6th International Conference, LCT 2019, Held as Part of the 21st HCI International Conference, HCII 2019, Orlando, FL, USA, July 26-31, 2019. Proceedings, Part I* (pp. 3-14). Cham, Switzerland: Springer Nature.

- Ball, S. J., Bowe, R., & Gewirtz, S. (1995). Circuits of schooling: a sociological exploration of parental choice of school in social class contexts. *The Sociological Review*, 43(1), 52-78.
- Bodily, R., & Verbert, K. (2017). Review of research on student-facing learning analytics dashboards and educational recommender systems. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(4), 405-418. Retrieved from <https://dblp.org/rec/journals/tlt/BodilyV17>
- boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical questions for big data. Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information, Communication & Society*, 15(5), 662-679. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2012.678878>
- Brady, H. E. (2019). The challenge of big data and data science. *Annual Review of Political Science*, 22, 297-323. <https://doi.org/10.1146/annurev-polisci-090216-023229>
- Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D., & Seaton, D. T. (2013). Studying learning in the worldwide classroom: Research into edX's first MOOC. *Research & Practice in Assessment*, 8(1), 13-25. Retrieved from <http://www.rpajournal.com/dev/wp-content/uploads/2013/05/SF2.pdf>
- Buckingham Shum, S., & Ferguson, R. (2012). Social Learning Analytics. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 3-26. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/1fu8JL6t8pwwGSKAnktZ4AEWChPjRnbdI/view>
- Bulger, M. (2016). Personalized learning: The conversations we're not having. Retrieved from Data & Society Research Institute website: https://datasociety.net/pubs/ecl/PersonalizedLearning_primer_2016.pdf
- Bunker, R. P., & Thabtah, F. (2019). A machine learning framework for sport result prediction. *Applied Computing and Informatics*, 15(1), 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.aci.2017.09.005>
- Caplan, R., Donovan, J., Hanson, L., & Matthews, J. (2018). Algorithmic accountability: A primer. Retrieved from Data & Society Research Institute website: https://datasociety.net/pubs/alg_accountability.pdf
- Coleman, J. S. (1966). *Equality of educational opportunity*. U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Office of Education.
- Crawford, K. (2016). Can an algorithm be agonistic? Ten scenes from life in calculated publics. *Science, Technology & Human Values*, 41(1), 77-92. <https://doi.org/10.1177/0162243915589635>
- Diakopoulos, N., Friedler, S., Arenas, M., Barocas, S., Hay, M., Howe, B., Jagadish, H. V., Unsworth, K., Sahuguet, A., Tech, C., Venkatasubramanian, S., Wilson, C., Yu, C., & Zevenbergen, B. (2017). Principles for accountable algorithms and a social impact statement for algorithms. FAT/ML. Retrieved from <https://www.fatml.org/resources/principles-for-accountable-algorithms>
- Domínguez, D. (2018). Big Data, educación basada en datos y analítica del aprendizaje. In A. Sacristán (Coord.), *Sociedad digital, tecnología y educación* (299-329). Madrid, Spain: UNED.
- Domínguez, D., Álvarez, J. F., & Gil-Jaurena, I. (2016). Learning Analytics and Big Data: Heuristics as Interpretive Frameworks. *DILEMATA, International Journal of Applied Ethics*, 22, 87-103. Retrieved from <https://www.dilemata.net/revista/index.php/dilemata/article/view/412000042>
- Farrow, R. (2016). A Framework for the ethics of open education. *Open Praxis*, 8(2), pp. 93-109. <http://dx.doi.org/10.5944/openpraxis.8.2.291>
- Floridi, L., & Cows, J. (2019). A unified framework of five principles for AI in society. *Harvard Data*

- Science Review*, 1(1). <https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1>
- Geddes, B. (1990). How the cases you choose affect the answers you get: Selection bias in comparative politics. *Political Analysis*, 2(1), 131-150. <https://doi.org/10.1093/pan/2.1.131>
- Gigerenzer, G., & Selten, R. (Eds.) (2002). *Bounded rationality: The adaptive toolbox*. MIT press.
- Gitelman, L. (Ed.) (2013). *Raw data is an oxymoron*. MIT Press.
- Goksel, N., & Bozkurt, A. (2019). Artificial intelligence in education: Current insights and future perspectives. In S. Sisman-Ugur, & G. Kurubacak (Eds.), *Handbook of Research on Learning in the Age of Transhumanism* (224-236). Hershey, IGI Global.
- González-Bailón, S., Wang, N., Rivero, A., Borge-Holthoefer, J., & Moreno, Y. (2012). Assessing the bias in communication networks sampled from twitter. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1212.1684>
- Greller, W., & Drachsler, H. (2012). Translating Learning into Numbers: A Generic Framework for Learning Analytics. *Educational Technology & Society*, 15(3), 42-57. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/1R84FXoT3W3X6C2JV1BBXha3tCoOQiQ7l/view>
- Hansen, J. D., & Reich, J. (2015). Democratizing education? Examining access and usage patterns in massive open online courses. *Science*, 350(6265), 1245-1248. <https://doi.org/10.1126/science.aab3782>
- Hew, K. F., Qiao, C., & Tang, Y. (2018). Understanding student engagement in large-scale open online courses: A machine learning facilitated analysis of student's reflections in 18 highly rated MOOCs. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(3). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i3.3596>
- Hussain, M., Zhu, W., Zhang, W., Abidi, S. M. R., & Ali, S. (2019). Using machine learning to predict student difficulties from learning session data. *Artificial Intelligence Review*, 52(1), 381-407. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-9620-8>
- Houlden, S., & Veletsianos, G. (2019). A posthumanist critique of flexible online learning and its "anytime anyplace" claims. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1005-1018. <https://doi.org/10.1111/bjet.12779>
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389-399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>
- Johnson, C., & Newett, E. (2015). From idea to execution: Spotify's discover weekly. Retrieved from <https://www.slideshare.net/MrChrisJohnson/from-idea-to-execution-spotifys-discover-weekly/>
- Kitchin, R. (2014). Big data, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data & Society*, 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.1177/2053951714528481>
- Kurilovas, E. (2019). Advanced machine learning approaches to personalise learning: learning analytics and decision making. *Behaviour & Information Technology*, 38(4), 410-421. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2018.1539517>
- Luckin, R., & Cukurova, M. (2019). Designing educational technologies in the age of AI: A learning sciences-driven approach. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2824-2838. <https://doi.org/10.1111/bjet.12861>
- Metcalf, J., Keller, E. F., & boyd, d. (2016). Perspectives on big data, ethics, and society. Retrieved from The Council for Big Data, Ethics, and Society website: <https://bdes.datasociety.net/council-output/perspectives-on-big-data-ethics-and-society/>
- Michael, K., & Miller, K. W. (2013). Big data: New opportunities and new challenges. *Computer*, 46(6), 22-24. <https://doi.org/10.1109/2.1218788>

- ieeecomputersociety.org/10.1109/MC.2013.196
- Monarrez, T. (2018). *Segregated neighborhoods, segregated schools? Methodology*. Washington, DC: Urban Institute. Retrieved from https://www.urban.org/sites/default/files/segregated_neighborhoods_methodology.pdf
- Mousavi, S., & Gigerenzer, G. (2014). Risk, uncertainty, and heuristics. *Journal of Business Research*, 67(8), 1671-1678. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.02.013>
- Muller, J. Z. (2018). *The tyranny of metrics*. Princeton University Press.
- Onnela, J. P., Saramäki, J., Hyvönen, J., Szabó, G., Lazer, D., Kaski, K., Kertész, J., et al. (2007). Structure and tie strengths in mobile communication networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(18), 7332-7336. <https://doi.org/10.1073/pnas.0610245104>
- Orfield, G., & Lee, C. (2005). Why segregation matters: Poverty and educational inequality. Retrieved from <https://civilrightsproject.ucla.edu/research/k-12-education/integration-and-diversity/why-segregation-matters-poverty-and-educational-inequality/orfield-why-segregation-matters-2005.pdf>
- Pasick, A. (2015, December 21). The magic that makes Spotify's Discover Weekly playlists so damn good. Quartz. Retrieved from <https://qz.com/571007/>
- Perrotta, C., & Selwyn, N. (2019). Deep learning goes to school: toward a relational understanding of AI in education. *Learning, Media and Technology*. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1686017>
- Pfeffer, J., Mayer, K., & Morstatter, F. (2018). Tampering with twitter's sample API. *EPJ Data Science*, 7(50). <https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-018-0178-0>
- Pitcan, M. (2016, July 13). Student Data Privacy: An Overview [Blog post]. Retrieved from <https://medium.com/enabling-connected-learning/student-data-privacy-an-overview-ea41ebd99095#.8jv3n83w2>
- Poel, M., Meyer, E. T., & Schroeder, R. (2018). Big data for policymaking: Great expectations, but with limited progress? *Policy & Internet*, 10(3), 347-367. <https://doi.org/10.1002/poi.3.176>
- Prabhakar, S., Spanakis, G., & Zaiane, O. (2017). Reciprocal recommender system for learners in massive open online courses (MOOCs). In H. Xie, E. Popescu, G. Hancke & B. . Manjón (Eds.), *Advances in Web-Based Learning-ICWL 2017* (157-167). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66733-1_17
- Reich, J. (2014, March 30). Big data MOOC research breakthrough: Learning activities lead to achievement [Blog post]. Retrieved from http://blogs.edweek.org/edweek/edtechresearcher/2014/03/big_data_mooc_research_breakthrough_learning_activities_lead_to_achievement.html
- Reif, J. H. (n.d.). Rules for algorithm design [Lecture notes]. Retrieved from <https://users.cs.duke.edu/~reif/courses/alglectures/skiena.lectures/lecture6.2.pdf>
- Romero, C., & Ventura, S. (2017). Educational data science in massive open online courses. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 7(1). <https://doi.org/10.1002/widm.1187>
- Ruipérez-Valiente, J. A., Halawa, S., Slama, R., & Reich, J. (2019). Using multi-platform learning analytics to compare regional and global MOOC learning in the Arab world. *Computers & Education*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103776>
- Ruths, D., & Pfeffer, J. (2014). Social media for large studies of behavior. *Science*, 346(6213), 1063-1064. <https://doi.org/10.1126/science.1246621>
- Saurwein, F., Just, N., & Latzer, M. (2015). Governance of algorithms: options and

- limitations. *Info*, 17(6), 35-49. <https://doi.org/10.1108/info-05-2015-0025>
- Sharma, R.C., Kawachi, P., & Bozkurt, A. (2019). The Landscape of Artificial Intelligence in Open, Online and Distance Education: Promises and Concerns [Editorial]. *Asian Journal of Distance Education*, 14(2). Retrieved from <http://asianjde.org/ojs/index.php/AsianJDE/article/view/432>
- Siemens, G., Gasevic, D., Haythornthwaite, C., Dawson, S., Buckingham, S., Ferguson, R., Duval, E., Verbert, K., & Baker, R.S.J.d. (2011). Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform. Retrieved from Society for Learning Analytics Research website: <https://solaresearch.org/wp-content/uploads/2011/12/OpenLearningAnalytics.pdf>
- Sinders, C. (2019a, November 12). Reimagining privacy online through a spectrum of intimacy [Blog post]. Retrieved from <https://www.are.na/blog/reimagining-privacy-online-through-gradients-of-intimacy>
- Sinders, C. (2019b). Making critical ethical software. In L. Bogers, & L. Chiappini (Eds.), *The Critical Makers Reader:(Un) learning Technology* (86-94). Amsterdam: Institute of Network Cultures.
- Sinders, C. (2019c). Data ingredients: A provocation towards making algorithms human readable. Retrieved from <https://privacy.shorensteincenter.org/data-ingredients>
- Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417-453. <https://doi.org/10.3102/00346543075003417>
- Sloane, M., & Moss, E. (2019). AI's social sciences deficit. *Nature Machine Intelligence*, 1(8), 330-331. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0084-6>
- Smith, C. S. (2019, December 18). The machines are learning, and so are the students. *The New York Times*. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2019/12/18/education/artificial-intelligence-tutors-teachers.html>
- Sundar, S., & Singh, A. (2013). New heuristic approaches for the dominating tree problem. *Applied Soft Computing*, 13(12), 4695-4703. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2013.07.014>
- Thille, C., Schneider, E., Kizilcec, R. F., Piech, C., Halawa, S. A., & Greene, D. K. (2014). The future of data-enriched assessment. *Research & Practice in Assessment*, 9(2), 5-16. Retrieved from <http://www.rpajournal.com/dev/wp-content/uploads/2014/10/A1.pdf>
- Tufekci, Z. (2013). Big data: Pitfalls, methods and concepts for an emergent field. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2229952>
- UNESCO. (2019, February 12). How can artificial intelligence enhance education? Retrieved from <https://en.unesco.org/news/how-can-artificial-intelligence-enhance-education>
- US-ACM. (2017). Statement on algorithmic transparency and accountability. Retrieved from https://www.acm.org/binaries/content/assets/public-policy/2017_usacm_statement_algorithms.pdf
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Byerly, A., & Shah, A. (2019). Machine learning-based predictive analytics of student academic performance in STEM education. In A. K. Ashmawy & S. Schreiter, *Proceedings of 2019 IEEE Global Engineering Education Conference* (pp. 1370-1376). Piscataway, NJ: IEEE.
- Warnakulasooriya, R., & Black, A. (Eds.) (2018). *Beyond the Hype of Big Data in Education. Practical lessons and illustrative examples of how to derive reliable insights in learning analytics*. MacMillan Learning. Retrieved from <http://prod-cat-files.macmillan.cloud/>

- [MediaResources/instructorcatalog/legacy/BFWCatalog/uploadedFiles/Beyond-the-Hype-of-Big-Data-in-Education.pdf](https://www.bfwcatalog.com/legacy/BFWCatalog/uploadedFiles/Beyond-the-Hype-of-Big-Data-in-Education.pdf)
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhou, L. (2018, September 5). How to Build a Better Machine Learning Pipeline. Datanami. Retrieved from <https://www.datanami.com/2018/09/05/how-to-build-a-better-machine-learning-pipeline/>
- Zwitter, A. (2014). Big data ethics. *Big Data & Society*, 1-6. <https://doi.org/10.1177/2053951714559253>

ACADEMIC AND PROFESSIONAL PROFILE OF THE AUTHOR

Daniel Domínguez Figaredo. [EN] Professor and researcher at National Distance Education University (UNED, Spain). His research focuses on digital mediation and theories that support open and connected lifelong learning. In his recent work he has delved into the analysis of data-based open education and knowledge management in digital and mixed environments. He is founding member of the teaching innovation group CO-Lab: Open & Collaborative Laboratory for Teaching Innovation, and Board of Directors of CyberPractices Foundation. <http://orcid.org/0000-0002-7772-1856>
E-mail: ddominguez@edu.uned.es

[ES] Profesor e investigador de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, España). Su investigación se centra en la mediación digital y en las teorías que apoyan el aprendizaje abierto y conectado a lo largo de la vida. En su trabajo reciente ha profundizado en el análisis de la educación abierta basada en datos y la gestión del conocimiento en entornos digitales y mixtos. Es miembro del grupo de innovación docente CO-Lab: Laboratorio abierto y colaborativo para la innovación docente, y patrono de la Fundación Prácticas en la CiberSociedad.

Address:
Dpto Teoría de la Educación y Pedagogía Social
Facultad de Educación–UNED
C/ Juan del Rosal, 14
28040 Madrid (España)

Date of receipt: 18/01/2020
Date of acceptance: 07/03/2020
Date of layout: 26/03/2020

El Proceso de Implementación de Analíticas de Aprendizaje

(The Implementation Process of Learning Analytics)

José A. Ruipérez-Valiente
Universidad de Murcia, UMU (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26283>

Cómo referenciar este artículo:

Ruipérez-Valiente, J. A. (2020). El Proceso de Implementación de Analíticas de Aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 85-101. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26283>

Resumen

Con el despegue de la popularidad del área de analítica de aprendizaje durante la última década, numerosas investigaciones han surgido y la opinión pública se ha hecho eco de esta tendencia. Sin embargo, la realidad es que el impacto que ha tenido en la práctica ha sido bastante bajo, y se está produciendo poca transferencia a las instituciones educativas. Una de las posibles causas es la elevada complejidad del campo, y que no existan procesos claros; por ello, en este trabajo, se propone un pragmático proceso de implementación de analíticas de aprendizaje en cinco etapas: 1) entornos de aprendizaje, 2) recolección de datos en crudo, 3) manipulación de datos e ingeniería de características, 4) análisis y modelos y 5) aplicación educativa. Además, se revisan una serie de factores transversales que afectan esta implementación, como la tecnología, ciencias del aprendizaje, privacidad, instituciones y políticas educacionales. El proceso que se detalla puede resultar de utilidad para investigadores, analistas de datos educacionales, educadores e instituciones educativas que busquen introducirse en el área. Alcanzar el verdadero potencial de las analíticas de aprendizaje requerirá de estrecha colaboración y conversación entre todos los actores involucrados en su desarrollo, que permita su implementación de forma sistemática y productiva.

Palabras clave: analítica de aprendizaje; minería de datos educacionales; metodología; tecnología educativa; educación informada por datos; ciencia de datos.

Abstract

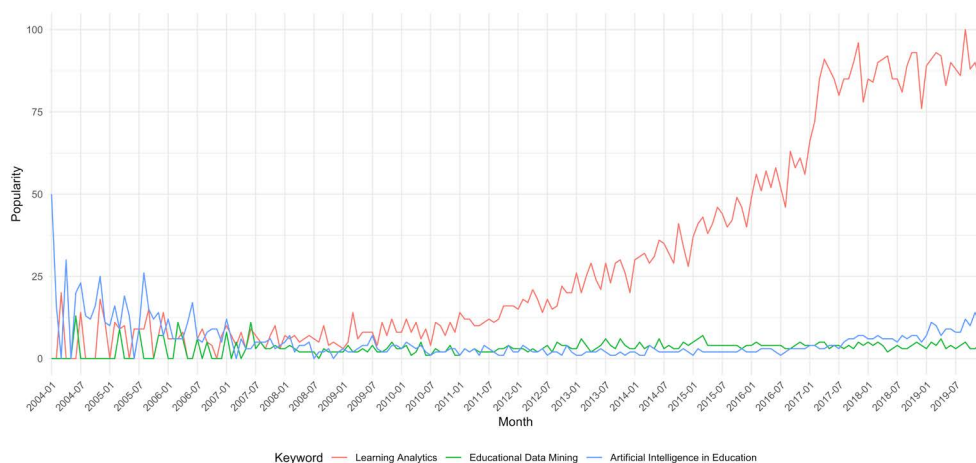
With the popularity takeoff of the learning analytics area during the last decade, numerous research studies have emerged and public opinion has echoed this trend as well. However, the fact is that the impact the field has had in practice has been quite limited, and there has been

little transfer to educational institutions. One of the possible causes is the high complexity of the field, and that there are no clear implementation processes; therefore, in this work, we propose a pragmatic implementation process of learning analytics in five stages: 1) learning environments, 2) raw data capture, 3) data tidying and feature engineering, 4) analysis and modelling and 5) educational application. In addition, we also review a series of transverse factors that affect this implementation, like technology, learning sciences, privacy, institutions, and educational policies. The detailed process can be helpful for researchers, educational data analysts, teachers and educational institutions that are looking to start working in this area. Achieving the true potential of learning analytics will require close collaboration and conversation between all the actors involved in their development, which might eventually lead to the desired systematic and productive implementation.

Keywords: learning analytics; educational data mining; methodology; educational technologies; data-driven education; data science.

El área de analítica de aprendizaje (*learning analytics*, LA) ha despegado durante la última década situándose como una de las comunidades de mayor crecimiento dentro del área de investigación educacional (Gasevic, Dawson, Mirriahi y Long, 2015). Un importante reconocimiento de la madurez a la que ha llegado el área, es que actualmente en 2020 la conferencia más importante del área, Learning Analytics and Knowledge, está situada en las métricas de Google Scholar del área de tecnologías educativas¹ en sexta posición y como única conferencia entre las 20 fuentes más citadas. En la primera edición de esta conferencia (LAK'11), el campo fue definido de forma amplia como “la medición, recopilación, análisis e informe de datos sobre los alumnos y sus contextos, con el fin de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se produce”². Esta definición y los objetivos del área están bastante relacionados con otros campos que se encuentran asentados por más años, como la minería de datos educacionales (*educational data mining*, EDM) y la inteligencia artificial en la educación (*artificial intelligence in education*, AIED). Estos campos hermanos han buscado hacer un avance conjunto, pero focalizándose en partes diferentes del proceso, y las comunidades han buscado que los investigadores colaboren fuertemente (Siemens y Baker, 2012). Este interés y popularidad han trascendido de la investigación a la comunidad de practicantes y educadores. En la figura 1 se muestra la popularidad de 0 a 100 obtenida a través de Google Trends de estas tres palabras clave a lo largo de los años. Se puede observar el destacable crecimiento de *learning analytics* desde que la comunidad empezó a formarse en 2011. Se puede ver también como las otras dos palabras clave tenían más presencia inicialmente, pero han sido un poco eclipsadas en los últimos años teniendo un crecimiento en la popularidad en búsquedas mucho más modesto.

Figura 1. Popularidad temporal de 0 a 100 de las palabras clave en Google Trends.



La gran cantidad de trabajos publicados en el área han motivado a realizar numerosos estudios que han revisado parte de la literatura (Aldowah, Al-Samarraie y Fauzy, 2019; Daniel, 2012; Leitner, Khalil y Ebner, 2017; Viberg, Hatakka, Bälter y Mavroudi, 2018). Estas revisiones han descrito el crecimiento del área, cuáles son los métodos más comúnmente utilizados, así como las aplicaciones educativas que tienen dichos estudios con mayor frecuencia; la mayoría de los trabajos coinciden en el elevado potencial del área para la transformación del sector educativo, si se afronta correctamente, ya que en numerosas ocasiones se ve como los estudios pueden perder el foco de centrarse en mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Gašević, Dawson y Siemens, 2015). Sin embargo, también se coincide en que la mayoría de los estudios se centran en casos de estudio independientes y tratando de entender el proceso de aprendizaje de los estudiantes a muy baja escala, y que la transferencia a la práctica y la implementación sistemática de analíticas de aprendizaje por parte de instituciones ha sido muy escasa (Viberg et al., 2018).

Una de las principales barreras para la implementación de forma sistemática por parte de las instituciones y los educadores, es la alta multidisciplinariedad y complejidad del campo (Ferguson, 2012). Por ello, en este trabajo se tiene como objetivo el proporcionar una guía de los pasos a seguir para implementar analíticas de aprendizaje, y que otros factores contextuales y transversales a estos pasos hay que tener fuertemente en cuenta en estos proyectos. Mientras que ya ha habido trabajos que intentan modelar o proponer marcos de referencia del área, estos se centran más en una visión investigadora, y no en una visión más práctica y de implementación, haciendo que sean difícilmente accesibles a nivel de conocimientos por educadores o instituciones. Por ello, en esta guía se presenta de forma práctica y pragmática

los pasos y elementos a tener en cuenta durante el proceso de implementación de analíticas de aprendizaje.

TRABAJOS RELACIONADOS

Ha habido diversos investigadores que han propuesto marcos de referencia, o hablan sobre los diferentes actores involucrados en las analíticas de aprendizaje. Quizás la primera iniciativa fue por parte de Campbell y Oblinger en la que se proponía un modelo de analíticas académicas basado en cinco etapas: capturar, reportar, predecir, actuar y refinar (Campbell y Oblinger, 2007). Este modelo estaba pensado para funcionar como un motor para la toma de decisiones o la guía de acciones, se empezaba haciendo una captura de datos relacionados con los estudiantes, se reportaba la información obtenida a través de dichos datos, se podían usar los datos para predecir el futuro, lo cual permitía actuar en base a dicha predicción, y cerrar el ciclo mediante el refinamiento del sistema educacional.

Posteriormente con el auge del campo en 2012, surgieron nuevas propuestas para intentar darle un marco común a los trabajos que iban apareciendo en la literatura. Una de ellas fue el trabajo de Clow, en el que define el ciclo de las analíticas de aprendizaje en cuatro pasos: estudiantes, datos, métricas e intervenciones (Clow, 2012). El proceso en este caso empieza centrado en los estudiantes, que generan una serie de datos en los entornos de aprendizaje, estos datos se pueden procesar para generar métricas o analíticas que proporcionan información sobre el proceso de aprendizaje, y esta información puede ser usada por los diferentes actores para actuar en consecuencia y mejorar el contexto educacional, finalmente cerrando el ciclo de nuevo con los estudiantes. Chatti y sus colegas propusieron un modelo de referencia de la analítica de aprendizaje basado en cuatro bloques (Chatti, Dyckhoff, Schroeder y Thüs, 2012). El primero son los datos educacionales recogidos y los entornos donde está sucediendo el aprendizaje. El segundo son los actores que intervienen en este aprendizaje, incluyendo no solo a los estudiantes y profesores, sino también a tutores, instituciones, administradores de sistemas o investigadores. El tercero hace referencia a los objetivos específicos que tiene la aplicación de analítica de aprendizaje en función de los actores involucrados. Por último, el cuarto hace referencia a los métodos que hay que implementar para la consecución de dichos objetivos. Finalmente, el modelo propuesto por Greller y Drachsler se centra en las dimensiones a tener en cuenta en el campo de analítica de aprendizaje (Greller y Drachsler, 2012). Las dimensiones críticas que se describen en este trabajo son con respecto a los objetivos propuestos en el proyecto de analíticas de aprendizaje, los datos educacionales recopilados, los instrumentos que se van a utilizar (tecnología, algoritmos, teorías...) y los actores que intervienen en este proyecto; por último, incluyen dos dimensiones que no se habían discutido hasta ahora, como son las limitaciones internas que puedan existir debido a competencias a la aceptación

de estas analíticas, así como las restricciones externas que puedan haber por convenciones o normas.

Muchos de estos trabajos han propuesto marcos de referencia de alta calidad y complejidad, a través de los cuales se pueden modelar las diferentes dimensiones que influyen en proyectos de analítica de aprendizaje. Sin embargo, a pesar de su valor, en ocasiones pueden resultar para nuevos investigadores, educadores o instituciones complicados de entender, de cara a cuáles son los pasos a seguir para desarrollar este tipo de proyectos. En este trabajo, nos centramos de una manera más pragmática en el proceso de implementación de las analíticas de aprendizaje desde un punto de vista más técnico y centrado en el usuario y aplicación. Para ello presentamos el proceso de una forma cronológica, indicando cuáles son las preguntas clave en cada etapa y los elementos transversales que afectan. La forma de presentarlo es similar a como se podrían llevar a cabo otros proyectos relacionados con ciencia de datos, pero en este caso específicamente adaptado al contexto educativo.

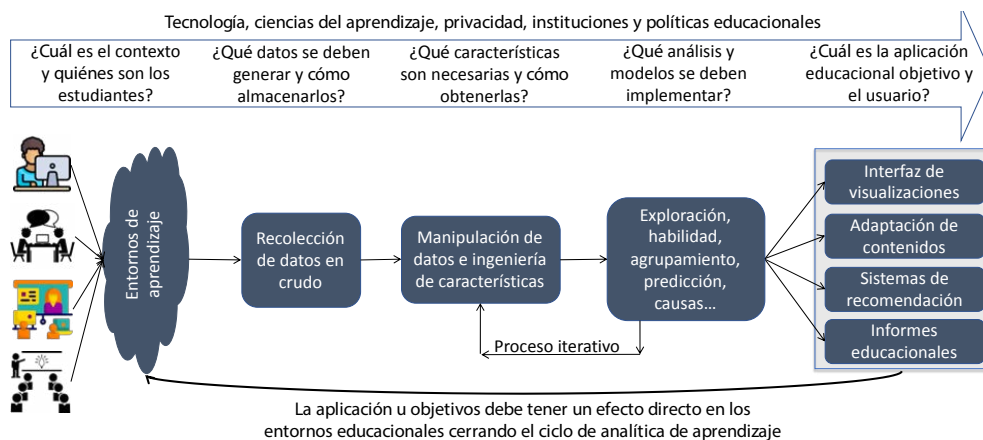
EL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE

Este proceso está basado en la experiencia de desarrollar distintos proyectos de analítica de aprendizaje, y guarda cierta similitud con los presentados en los trabajos relacionados, pero se encuentra más centrado en las etapas de implementación que sigue un proyecto de analítica de aprendizaje, así como los elementos y preguntas que se deben tener en cuenta. El proceso tiene las siguientes cinco etapas:

1. **Entornos de aprendizaje:** ¿Cuál es el contexto y cuáles son los estudiantes?
2. **Recolección de datos en crudo:** ¿Qué datos se deben generar y cómo almacenarlos?
3. **Manipulación de datos e ingeniería de características:** ¿Qué características son necesarias y cómo obtenerlas?
4. **Análisis y modelos:** ¿Qué análisis y modelos se deben implementar?
5. **Aplicación educacional:** ¿Cuál es la aplicación educacional objetivo y el usuario?

Además, de forma transversal hay otros elementos que se deben de tener en cuenta, como las tecnologías a utilizar, las teorías y ciencias del aprendizaje, la privacidad de los usuarios, así como las instituciones y las políticas educacionales. Por último, que dependiendo del proyecto no es necesario que se pasen por todas estas etapas, la mayoría de investigación en el área de analítica de aprendizaje se centra sólo en los pasos 3 y 4. Ahondamos ahora en cada una de estas etapas.

Figura 2. El proceso de implementación de analíticas de aprendizaje



Entornos de Aprendizaje

El primer paso del proceso sucede en el entorno y contexto de aprendizaje y con los usuarios que intervienen en el mismo. Con la llegada de la educación a través de entornos digitales, la posibilidad de recolectar datos fácilmente se fortaleció. Tradicionalmente, los entornos usados en educación a distancia o digital han sido los Learning Management Systems (LMSs), como Moodle, Sakai, dotLRN entre muchos otros (Romero, Ventura y García, 2008). Con la llegada de los Cursos Masivos Abiertos en Línea (MOOCs), hubo una explosión en términos de ser capaces de recolectar grandes cantidades de datos de estudiantes de todo el mundo (Breslow et al., 2013), lo que favoreció la aparición de numerosos estudios en el área e incluso generando sus propios marcos de referencia de analítica de aprendizaje y MOOCs (Drachsler y Kalz, 2016). Los proyectos de analítica de aprendizaje también se han llevado a cabo en entornos menos habituales, como tutores inteligentes (Jaques, Conati, Harley y Azevedo, 2014), juegos educativos (Freire et al., 2016) o incluso entornos basados en servicios externos (Ros et al., 2013). Cada uno de estos entornos tienen sus especificidades que hacen que la implementación de estas analíticas pueda ser muy diferente.

Por otra parte, estas herramientas se pueden usar en educación 100% online, o con metodologías híbridas o invertidas (Redondo et al., 2015). Este tipo de herramientas se usan normalmente en educación superior (Viberg et al., 2018), pero también se encuentran casos de estudio en entornos de educación primaria y media (Monroy, Snodgrass Rangel y Whitaker, 2014). Además, también se ha desarrollado investigación en proyectos de analítica de aprendizaje en otro tipo de entornos de aprendizaje, como los no formales (Rezaei y Yaraghtalaie, 2019) o en entornos

profesionales de trabajo (de Laat y Schreurs, 2013). Finalmente, mencionar también que las últimas tendencias están llevando a combinar las analíticas de aprendizaje a través tanto de espacios físicos como digitales (Hsiao, Huang y Murphy, 2017), y combinar datos de múltiples plataformas al mismo tiempo (Mangaroska, Vesin y Giannakos, 2019).

Recolección de Datos en Crudo

Estos entornos de aprendizaje deben generar datos y guardarlos, para que posteriormente podamos generar la analítica. La forma más común que han seguido la mayoría de entornos virtuales de aprendizaje, es la de guardar las trazas de todos los clics que los usuarios realizan en el entorno como eventos, en lo que se suele conocer en la literatura como *clickstream data*. Esta aproximación no es solo seguida en entornos educativos, sino que es universal en multitud de dominios digitales para modelar el comportamiento humano (Bollen et al., 2009). Esto ha causado que como cada sistema mantiene normalmente su propio esquema de datos, una de las mayores barreras del área ha sido la interoperabilidad entre modelos y soluciones de analítica de aprendizaje (Hoel y Chen, 2014). Hasta la fecha, los dos formatos más extendidos que se han propuesto de cara a alcanzar interoperabilidad en entornos e-learning han sido IMS Caliper (Serrano-Laguna et al., 2017) y xAPI (Berg, Scheffel, Drachsler, Ternier, y Specht, 2016). Hay muchos otros métodos para la generación de datos educacionales más allá de los entornos digitales, como por ejemplo mediante el uso de encuestas (Suchithra, Vaidhehi y Easwaran Iyer, 2015).

En los últimos años también se ha vuelto cada vez más común el uso de sensores en educación, tanto para capturar señales audiovisuales (por ejemplo, audio de conversaciones o vídeo de la clase), como de señales biométricas de los estudiantes (por ejemplo, el latido del corazón o la actividad electrodérmica). Esta área que combina distintos tipos de fuentes de datos se conoce como analítica de aprendizaje multimodal (Blikstein y Worsley, 2016) y es especialmente prometedora para la evaluación de tareas complejas. En algunos de estos casos y dependiendo del contexto, se capturan grandes cantidades de datos y para ejecutar estas analíticas son necesarias arquitecturas de *Big Data* que permitan un almacenaje, acceso y procesado eficiente (Demchenko, Laat, Membreel, y Al., 2014), lo que supone a las universidades un nuevo desafío para la transición tecnológica a nuevos entornos de *Big Data* educacionales (Prinsloo, Archer, Barnes, Chetty y Zyl, 2019).

Manipulación de Datos e Ingeniería de Características

Una vez se han recolectado los datos, se inicia el proceso de su manipulación. Debido a que estos eventos de bajo nivel representan acciones aisladas de los estudiantes, no son muy informativos en crudo, y por lo tanto es necesario pasar por un proceso que se conoce como ingeniería de características en la que estos

datos se procesan para transformarlos en información educacional útil y sobre la que se pueda actuar. Por ejemplo, estos entornos virtuales guardarán las entradas y salidas al sistema de cada estudiante, pero esta información no será muy útil hasta que algorítmicamente no calculemos el tiempo total que ha pasado el usuario interactuando activamente con la plataforma de aprendizaje. Este proceso requiere de alto nivel de conocimientos técnicos para la manipulación de los datos, experiencia en el contexto, de manera que se conozcan qué características son útiles y creatividad (Ramasubramanian y Singh, 2017). Además, suele ser una de las etapas que mayor esfuerzo requiere dentro de los proyectos de análisis de datos.

Pocos trabajos han tratado este tema específico en el caso de proyectos de analítica de aprendizaje, pero Veeramachaneni y sus colegas han analizado el caso específico de ingeniería de características en entornos de MOOCs (Veeramachaneni, Reilly y Taylor, 2014), así como Paquette y sus colegas lo han hecho en entornos de tutores inteligentes (Paquette, Carvalho, Baker y Ocumpaugh, 2014). Se han reportado algunas herramientas abiertas y gratuitas en la literatura que realizan este proceso de manipulación de datos e ingeniería de características en entornos de MOOCs, como el entorno de trabajo de *edx2bigquery* (Lopez, Seaton, Ang, Tingley y Chuang, 2017) o la herramienta de visualizaciones para Open edX ANALYSE (Ruipérez-Valiente, Muñoz-Merino, Gascón-Pinedo y Delgado Kloos, 2016). Existen diversas iniciativas en otros campos de uso intensivo de datos como la visión por computador o bioinformática para la generación automática de características (Kaul, Maheshwary y Pudi, 2017), pero no parece una dirección muy prometedora en el campo de analítica de aprendizaje debido a la alta complejidad, bajas posibilidades de generalización y los numerosos factores influyentes en el área.

Análisis y Modelado

El análisis y los modelos que se implementan sobre las características finales que se tienen es clave para comprender nuestros datos y sacar un beneficio educacional de ellos. Muchos de los estudios en torno a analítica buscan entender las interacciones de los estudiantes con el entorno de aprendizaje de forma retrospectiva. Tal como dijo Steve Jobs, “No puedes conectar los puntos mirando hacia adelante; solo puedes conectarlos mirando hacia atrás” (Jobs, 2005); en estas ocasiones el investigador suele buscar la historia que dicen los datos mediante distintos análisis y sin una idea clara de inicio, y cuando la encuentra la puede contar una vez entiende todo lo que ha sucedido.

En otras ocasiones los proyectos tienen objetivos y aplicaciones futuras claras, siendo por lo tanto los métodos a aplicar más obvios y directos. Describimos ahora una serie de tipos de algoritmos que son los más comúnmente utilizados en este tipo de estudios con una aplicación clara: Los casos que los investigadores buscan generar predicciones de resultados de aprendizaje futuros, se aplicarán algoritmos de aprendizaje supervisado que sean capaz de modelar el futuro en función de

conjuntos de datos históricos, como por ejemplo predecir si van a conseguir un certificado en MOOCs (Ruipérez-Valiente, Cobos, Muñoz-Merino, Andújar y Delgado Kloos, 2017). La adaptación de contenidos o recomendaciones personalizadas al usuario, por ejemplo en función de la dificultad y nivel de habilidad actual de usuario mediante la teoría de respuesta al ítem (Chen, Lee, y Chen, 2005). Algoritmos para modelar el comportamiento humano en base a heurísticas y modelos de reglas, por ejemplo, para analizar el interés por los elementos de ludificación (Ruipérez-Valiente, Muñoz-Merino y Delgado Kloos, 2017). Las conexiones entre estudiantes, o de estudiantes con contenidos, para ver cómo han conectado con los elementos del curso, como por ejemplo mediante el análisis del discurso en foros aplicando técnicas de análisis de redes conectadas y grafos (Milligan, Littlejohn y Margaryan, 2013). Como último ejemplo, el análisis de causas, donde frecuentemente se realiza experimentación y comparan los grupos de control y tratamiento (Kizilcec y Cohen, 2017), y en algunas ocasiones se aplican algoritmos específicos para realizar un análisis causal (Koedinger, Kim, Jia, McLaughlin y Bier, 2015). Estos son algunos de los ejemplos de los métodos de análisis y modelado más comunes que se suelen usar en el área de analítica de aprendizaje, pero otros se pueden aplicar sin problema igualmente. Por último, destacar que el proceso de manipulación de datos e ingeniería de características, en conjunto con esta fase de análisis y modelado, es un proceso iterativo que se puede repetir hasta que se alcancen los resultados deseados.

Aplicación Educativa

Los análisis de la fase anterior normalmente suelen tener asociada una aplicación educativa, pero la realidad es que en numerosas ocasiones no se suele llevar dicha aplicación a la práctica y, la investigación suele terminar en la fase de análisis y modelado. Esto hace que la mayoría de la investigación no se transfiera a la práctica y por lo tanto no se pueda evaluar si realmente tiene un impacto positivo educativo o no; esta es una de las principales problemáticas del área de analítica de aprendizaje en la actualidad (Viberg et al., 2018). Existe una tensión entre la investigación que se hace y cómo transferirla a casos de estudio educativos reales.

Las aplicaciones más típicas que se ven en proyectos de analítica de aprendizaje son: Interfaces de visualización, que normalmente son usadas por instructores para monitorizar como están avanzando sus alumnos pero también pueden ser accedidas por estudiantes para reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje, como por ejemplo ALAS-KA para Khan Academy (Ruipérez-Valiente, Muñoz-Merino, Leony y Delgado Kloos, 2015), ANALYSE para Open edX (Ruipérez-Valiente, Muñoz-Merino, Gascon-Pinedo y Kloos, 2016) o LAPA para el LMS Moodle (Park y Jo, 2015). También son comunes las aplicaciones que introducen módulos o sistemas completamente adaptativos en la que los contenidos que se muestran van cambiando en función de cómo el usuario se comporta con el sistema y aprende nuevos contenidos (Shute y Zapata-Rivera, 2012). Los sistemas de recomendación también han sido comunes,

envían recomendaciones personalizadas al estudiante sobre qué podría interesarle, por ejemplo sobre contenidos o hilos de discusión en un foro (Wang y Wu, 2011). Por último, también es común que la aplicación final del análisis sea simplemente generar un informe a alto nivel sobre un contexto educativo de una institución, curso o materia, lo que puede ayudar a entender mejor el contexto y adaptar políticas educacionales (Reich y Ruipérez-Valiente, 2019).

Estas aplicaciones o análisis final deberían generar una retroalimentación en los contextos educativos donde se generaron los datos que permita mejorar el proceso de aprendizaje, y con ello se cerraría el ciclo de la implementación de analíticas de aprendizaje. Además, el efecto de estos cambios debería ser evaluado, lo que podría realizarse de nuevo mediante una metodología de analítica de aprendizaje. Esta evaluación es imprescindible para ser capaces de medir el impacto de los cambios introducidos en el contexto educativo.

Tecnología, ciencias del aprendizaje, privacidad, instituciones y políticas educacionales

El trabajo presentado en este artículo se centra en el proceso para la implementación de analíticas de aprendizaje, pero hay otros numerosos factores transversales a tener en cuenta durante este proceso que son de alta importancia para alcanzar el éxito. En primer lugar, resaltar que el auge de la investigación en analítica de aprendizaje ha venido dada por la introducción de la tecnología en educación y que conforme esta se siga introduciendo más en el tejido educacional (Thomas, 2016), podríamos esperar una mayor demanda de estas analíticas y a su vez mayor facilidad en ciertas partes de la implementación de este proceso.

En segundo lugar, resaltar la necesidad de asentar los proyectos de analítica de aprendizaje en aplicaciones educacionales reales que puedan mejorar el aprendizaje (Gašević et al., 2015) y en la teoría sobre las ciencias de aprendizaje y pedagogía desarrollada con anterioridad (Friend Wise y Williamson Schaffer, 2015), sino se corre el riesgo de implementar tecnología y analíticas totalmente desconectadas de las mejores prácticas pedagógicas y teorías educativas desarrolladas en las últimas décadas.

En tercer lugar, la privacidad de los estudiantes y los profesores es fundamental para un desarrollo ético de esta tecnología que no genere rechazo, problemática que al mismo tiempo ya está siendo modelada por numerosas políticas (Drachler, Hendrik y Greller, 2016). Una pregunta crítica es si la educación quiere moverse en la misma dirección que las grandes empresas de Internet, las cuales realizan una continua vigilancia de sus usuarios (Slade y Prinsloo, 2013). Para ello hay que tener en cuenta que los estudiantes deben consentir el que sus datos se usen para estos fines, y tener la libertad de elegir qué datos se pueden usar o si desean retirar ese consentimiento en cualquier momento del proceso; todo esto requiere una orquestación importante

entre los actores de este proceso, no solo estudiantes, sino también profesores, diseñadores y administradores de sistemas (Pardo y Siemens, 2014).

Por último, destacar la necesidad de que para la verdadera implementación y sistematización de analíticas de aprendizaje en educación es crítico alcanzar la involucración de las instituciones educativas y de la generación de políticas educacionales nacionales, y esto genera problemáticas que inicialmente podrían no ser obvias (Macarini et al., 2019). Diversos trabajos han analizado las políticas que instituciones están promoviendo para desarrollar capacidades y competencias para implementar analíticas de aprendizaje de forma sistemática (Arnold et al., 2014), así como para resaltar cuáles son los principales desafíos que las instituciones afrontan (Tsai y Gasevic, 2017), como por ejemplo los programas de reciclaje profesional e incentivos hacia educadores para conseguir que empiecen a adquirir las habilidades necesarias para ser capaces de entender y usar en sus clases analíticas de aprendizaje (Wolff, Moore, Zdrahal, Hlosta y Kuzilek, 2016).

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado una visión del proceso para la implementación de analíticas de aprendizaje que esperamos pueda resultar útil para investigadores del área, analistas de datos educacionales, así como educadores que busquen introducirse con una lectura orientada a la práctica de forma sencilla. A pesar del despegue en popularidad a nivel de investigación, así como de opinión pública del área de analítica de aprendizaje, la transferencia que está teniendo a la práctica está siendo muy baja. Se espera que este texto pueda ayudar a mejorar la transferencia proveyendo de un marco práctico y pragmático para estos proyectos que puede facilitar su organización y desarrollo.

En los próximos años, el campo y las instituciones educacionales afrontan el desafío de empezar a implementar analíticas de aprendizaje a gran escala y de forma sistemática para finalmente poder alcanzar el elevado potencial que todos los investigadores confluyen que tiene. Para ello, hay numerosas barreras en la que toda la comunidad de actores que intervienen en la educación, deberá contribuir a derrumbar. Se deberán desarrollar políticas que permitan una correcta implementación con impacto educacional, sin perder de vista la importancia de la ética y seguridad en el uso de estos datos, preservando la privacidad a la cual tienen derecho los estudiantes. Estos proyectos, deberán estar centrados en los usuarios, empoderándolos y poniéndolos en el centro del desarrollo para lograr implementar aplicaciones que se les pueda dar un uso sostenible a lo largo del tiempo. Otro objetivo será la re-educación de los usuarios, para que en el caso de los profesores aprendan a incorporarlas en sus dinámicas educacionales y en el caso de los alumnos como parte de las herramientas para soportar la auto-regulación de su aprendizaje.

Para ello, se recomienda que las instituciones en los próximos años se centren en implementar algunas de las aplicaciones que han sido desarrolladas de forma

más extensiva y que son sencillas de implementar de forma sistemática, de las cuales se han desarrollado guías para su implementación adecuada, como interfaces de visualización o evaluación de contenidos mediante analíticas. Estas aplicaciones de analítica de aprendizaje pueden sentar las bases de otros de los factores transversales que hemos discutido para empezar a implementarlas a nivel institucional y nacional. En un futuro más lejano, al área le esperan otros desafíos a nivel de investigación, como la transferencia de modelos de aprendizaje máquina cuando se cambia de contextos e incluso plataformas o cómo facilitar la interpretabilidad de todas estas analíticas para que sean más accesibles a aquellos usuarios que tengan competencias limitadas en análisis de datos. El área también pasa por un periodo crítico para empezar a desarrollar ciencia educativa más abierta (Zee y Reich, 2018), en la que las hipótesis se pre-registren, los datos y análisis sean abiertos y los artículos publicados gratuitos para cualquier investigador y educador; sin una ciencia abierta, el avance y el impacto se ven resquebrajados. Futuras extensiones de este trabajo pueden poner a prueba este proceso trabajando con investigadores o instituciones desarrollando este tipo de proyectos siguiendo estas directrices.

La mayoría de los sectores empresariales llevan una gran ventaja a las instituciones educativas en cómo se han re-inventado utilizando los datos que provienen de sus usuarios para mejorar sus negocios. Habiendo sido las instituciones educativas tan conservadoras de forma histórica, alcanzar el verdadero potencial de las analíticas de aprendizaje requerirá de estrecha colaboración y conversación entre todos los actores involucrados en su desarrollo: administradores de instituciones, políticos, educadores, estudiantes, ingenieros e investigadores deberán sentar unas bases que permitan la implementación de analítica de aprendizaje de forma sistemática y productiva.

NOTAS

1. https://scholar.google.ca/citations?view_op=top_venues&hl=en&vq=soc_educationaltechnology
2. <https://tekri.athabascau.ca/analytics/>

REFERENCIAS

- Aldowah, H., Al-Samarraie, H., y Fauzy, W. M. (2019). Educational data mining and learning analytics for 21st century higher education: A review and synthesis. *Telematics and Informatics*, 37(January), 13-49. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.01.007>
- Arnold, K. E., Lynch, G., Huston, D., Wong, L., Jorn, L., y Olsen, C. W. (2014). Building institutional capacities and competencies for systemic learning analytics initiatives. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 257-260).
- Berg, A., Scheffel, M., Drachsler, H., Ternier, S., y Specht, M. (2016). The dutch xAPI experience. In *Proceedings of the Sixth*

- International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 544-545).
- Blikstein, P., y Worsley, M. (2016). Multimodal learning analytics and education data mining : using computational technologies to measure complex learning tasks. *Journal of Learning Analytics*, 3(2), 220-238. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18608/jla.2016.32.11>
- Bollen, J., Van de Sompel, H., Hagberg, A., Bettencourt, L., Chute, R., Rodriguez, M. A., y Balakireva, L. (2009). Clickstream data yields high-resolution Maps of science. *PLoS ONE*, 4(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004803>
- Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D., y Seaton, D. T. (2013). Studying Learning in the Worldwide Classroom: Research into edX's First MOOC. *Research and Practice in Assessment*, 8, 13-25.
- Campbell, J. P., y Oblinger, D. G. (2007). Academic Analytics. *Educause Review*, (October), 1-20. Recuperado de <https://er.educause.edu/articles/2007/7/academic-analytics-a-new-tool-for-a-new-era>
- Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., y Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5/6), 318. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051815>
- Chen, C. M., Lee, H. M., y Chen, Y. H. (2005). Personalized e-learning system using Item Response Theory. *Computers and Education*, 44(3), 237-255. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.01.006>
- Clow, D. (2012). The learning analytics cycle: closing the loop effectively. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 134-138). <https://doi.org/10.1145/2330601.2330636>
- Daniel, J. (2012). Making Sense of MOOCs: Musings in a Maze of Myth, Paradox and Possibility. *Journal of Interactive Media in Education, Perspectiv.* <https://doi.org/10.1145/2316936.2316953>
- de Laat, M., y Schreurs, B. (2013). Visualizing Informal Professional Development Networks: Building a Case for Learning Analytics in the Workplace. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1421-1438. <https://doi.org/10.1177/0002764213479364>
- Demchenko, Y., Laat, C. De, Membreel A., y Al, E. (2014). Defining architecture components of the Big Data Ecosystem. In *Collaboration Technologies and Systems (CTS)*. In *International Conference on IEE* (p. 104:112). Retrieved from <http://www.uazone.org/demch/papers/bddac2014-bd-ecosystem-archi-vo5.pdf>
- Drachsler, H., y Kalz, M. (2016). The MOOC and learning analytics innovation cycle (MOLAC): A reflective summary of ongoing research and its challenges. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(3), 281-290. <https://doi.org/10.1111/jcal.12135>
- Drachsler, Hendrik, y Greller, W. (2016). Privacy and analytics - it's a DELICATE issue a checklist for trusted learning analytics. In *Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge* (pp. 89-98). ACM. <https://doi.org/10.1145/2883851.2883893>
- Ferguson, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 304-317. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051816>
- Freire, M., Serrano-laguna, Á., Iglesias, B. M., Martínez-ortiz, I., Moreno-ger, P., y Fernández-manjón, B. (2016). Game Learning Analytics: Learning Analytics for Serious Games. In *Learning, Design, and Technology: An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy* (pp. 1-29). Springer.

- <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17727-4>
- Friend Wise, A., y Williamson Schaffer, D. (2015). Why theory matters more than ever in the age of big data. *Journal of Learning Analytics*, 2(2), 5-13. <https://doi.org/10.18608/jla.2015.22.2>
- Gasevic, D., Dawson, S., Mirriahi, N., y Long, P. D. (2015). Learning Analytics – A Growing Field and Community Engagement. *Journal of Learning Analytics*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.18608/jla.2015.21.1>
- Gašević, D., Dawson, S., y Siemens, G. (2015). Let's not forget : Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59(1), 64-71. <https://doi.org/10.1007/s11528-014-0822-x>
- Greller, W., y Drachsler, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Educational Technology and Society*, 15(3), 42-57.
- Hoel, T., y Chen, W. (2014). Learning Analytics Interoperability - Looking for low-hanging fruits. In *Workshop Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, ICCE 2014* (pp. 253-263).
- Hsiao, I.-H., Huang, P.-K., y Murphy, H. (2017). Integrating programming learning analytics across physical and digital space. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*.
- Jaques, N., Conati, C., Harley, J., y Azevedo, R. (2014). Predicting Affect from Gaze Data during Interaction with an Intelligent Tutoring System. In *Proceedings 12th International Conference, Intelligent Tutoring Systems 2014, Honolulu, HI, USA*. (pp. 29-38). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07221-0_4
- Jobs, S. (2005). You've got to find what you love. *Stanford News*. Recuperado de <http://news.stanford.edu/news/2005/june15/jobs-061505.html>
- Kaul, A., Maheshwary, S., y Pudi, V. (2017). Autolearn—Automated feature generation and selection. In *2017 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)* (pp. 217-226).
- Kizilcec, R. F., y Cohen, G. L. (2017). Eight-minute self-regulation intervention raises educational attainment at scale in individualist but not collectivist cultures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(17), 4348-4353. <https://doi.org/10.1073/pnas.1611898114>
- Koedinger, K. R., Kim, J., Jia, J. Z., McLaughlin, E. A., y Bier, N. L. (2015). Learning is not a spectator sport: doing is better than watching for learning from a MOOC. In *Proceedings of the Second ACM Conference on Learning@Scale* (pp. 111-120). <https://doi.org/10.1145/2724660.2724681>
- Leitner, P., Khalil, M., y Ebner, M. (2017). Learning Analytics: Fundaments, Applications, and Trends. *Learning Analytics: Fundaments, Applications, and Trends, Studies in Systems, Decision and Control*, 94(February), 1-23. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-52977-6>
- Lopez, G., Seaton, D. T., Ang, A., Tingley, D., y Chuang, I. (2017). Google BigQuery for education: Framework for parsing and analyzing edX MOOC data. In *L@S 2017 - Proceedings of the 4th (2017) ACM Conference on Learning at Scale* (pp. 181-184). <https://doi.org/10.1145/3051457.3053980>
- Macarini, L. A., Ochoa, X., Cechinel, C., Rodés, V., Dos Santos, H. L., Alonso, G. E., ... Díaz, P. (2019). Challenges on implementing learning analytics over countrywide K-12 data. *ACM International Conference Proceeding Series*, 441-445. <https://doi.org/10.1145/3303772.3303819>
- Mangaroska, K., Vesin, B., y Giannakos, M. (2019). Cross-platform analytics: A step towards personalization and adaptation in education. In *9th International Learning Analytics & Knowledge*

- Conference (LAK19) (pp. 71-75). <https://doi.org/10.1145/3303772.3303825>
- Milligan, C., Littlejohn, A., y Margaryan, A. (2013). Patterns of engagement in connectivist MOOCs. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 9(2), 149-159.
- Monroy, C., Snodgrass Rangel, V., y Whitaker, R. (2014). A Strategy for Incorporating Learning Analytics into the Design and Evaluation of a K-12 Science Curriculum. *Journal of Learning Analytics*, 1(2), 94-125. <https://doi.org/10.18608/jla.2014.12.6>
- Paquette, L., Carvalho, A. M. J. a De, Baker, R., y Ocumpaugh, J. (2014). Reengineering the Feature Distillation Process : A Case Study in the Detection of Gaming the System. *Proceedings of the 7th International Conference on Educational Data Mining (EDM)*, 284-287.
- Pardo, A., Siemens, G. (2014). Ethical and privacy principles for learning analytics. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 438-450. <https://doi.org/10.1111/bjet.12152>
- Park, Y., y Jo, I. (2015). Development of the Learning Analytics Dashboard to Support Students' Learning Performance Learning Analytics Dashboards (LADs). *Journal of Universal Computer Science*, 21(1), 110-133.
- Prinsloo, P., Archer, E., Barnes, G., Chetty, Y., y Zyl, D. Van. (2019). Big(ger) Data as Better Data in Open Distance Learning Paul. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(1), 284-306.
- Suchithra, R., Vaidhehi, V., y Easwaran Iyer, N. (2015). Survey of Learning Analytics based on Purpose and Techniques for Improving Student Performance. *International Journal of Computer Applications*, 111(1), 22-26. <https://doi.org/10.5120/19502-1097>
- Ramasubramanian, K., y Singh, A. (2017). Feature Engineering. In *Machine Learning Using R* (pp. 181-217). Springer.
- Redondo, D., Muñoz-Merino, P. J., Ruipérez-Valiente, J. A., Delgado Kloos, C., Pijera Díaz, H. J., y Santofimia Ruiz, J. (2015). Combining Learning Analytics and the Flipped Classroom in a MOOC of maths. In *International Workshop on Applied and Practical Learning Analytics* (pp. 71-79). Recuperado de http://ceur-ws.org/Vol-1599/9WAPLA_2015.pdf
- Reich, J., y Ruipérez-Valiente, J. A. (2019). The MOOC pivot. *Science*, 363(6423), 130-131. <https://doi.org/10.1126/science.aav7958>
- Rezaei, M. S., y Yarahtalaie, M. (2019). Next learning topic prediction for learner's guidance in informal learning environment. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 11(1), 62-70. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2019.096738>
- Romero, C., Ventura, S., y García, E. (2008). Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers & Education*, 51(1), 368-384. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.016>
- Ros, S., Hernández, R., Robles-Gomez, A., Caminero, A. C., Tobarra, L., y Ruíz, E. S. (2013). Open service-oriented platforms for personal learning environments. *IEEE Internet Computing*, 17(4), 26-31.
- Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz-Merino, P. J., Gascon-Pinedo, J. A., y Kloos, C. D. (2016). Scaling to Massiveness With ANALYSE: A Learning Analytics Tool for Open edX. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*. <https://doi.org/10.1109/THMS.2016.2630420>
- Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz-Merino, P. J., Leony, D., y Delgado Kloos, C. (2015). ALAS-KA: A learning analytics extension for better understanding the learning process in the Khan Academy platform. *Computers in Human*

- Behavior*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.07.002>
- Ruipérez-Valiente, J. A., Cobos, R., Muñoz-Merino, P. J., Andújar, Á., y Delgado Kloos, C. (2017). Early Prediction and Variable Importance of Certificate Accomplishment in a MOOC. In *Fifth European MOOCs Stakeholders Summit*. Madrid, Spain.
- Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz-Merino, P. J., y Delgado Kloos, C. (2017). Detecting and Clustering Students by their Gamification Behavior with Badges: A Case Study in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 33(2-B), 816-830.
- Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz-Merino, P. J., Gascón-Pinedo, J. A., y Delgado Kloos, C. (2016). Scaling to Massiveness with ANALYSE: A Learning Analytics Tool for Open edX. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 47(6), 909-914. <https://doi.org/10.1109/THMS.2016.2630420>
- Serrano-Laguna, Á., Martínez-Ortiz, I., Haag, J., Regan, D., Johnson, A., y Fernández-Manjón, B. (2017). Applying standards to systematize learning analytics in serious games. *Computer Standards & Interfaces*, 50, 116-123.
- Shute, V., y Zapata-Rivera, D. (2012). Adaptive educational systems. In *Adaptive Technologies for Training and Education* (pp. 7-27). Recuperado de http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=mOlPSl6iJaI-C&oi=fnd&pg=PA7&dq=Adaptive+Educational+Systems&ots=i9wDCR_zkc&sig=Sb-l4gFHsItZupoZpSuUYZRCBKc
- Siemens, G., y Baker, R. S. J. d. (2012). Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge - LAK '12*, 252-254. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330661>
- Slade, S., y Prinsloo, P. (2013). Learning Analytics: Ethical Issues and Dilemmas. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1510-1529. <https://doi.org/10.1177/0002764213479366>
- Thomas, S. (2016). Future Ready Learning. Reimagining the Role of Technology in Education. *Office of Educational Technology, US Department of Education*. ERIC.
- Tsai, Y. S., y Gasevic, D. (2017). Learning analytics in higher education - Challenges and policies: A review of eight learning analytics policies. In *Seventh international learning analytics & knowledge conference* (pp. 233-242). <https://doi.org/10.1145/3027385.3027400>
- Zee, T., y Reich, J. (2018). Open Education Science. *AERA Open*, 4(3), 2332858418787466.
- Veeramachaneni, K., Reilly, U. O., y Taylor, C. (2014). Towards feature engineering at scale for data from massive open online courses. *ArXiv Preprint ArXiv:1407.5238*.
- Viberg, O., Hatakka, M., Bälter, O., y Mavroudi, A. (2018). The current landscape of learning analytics in higher education. *Computers in Human Behavior*, 89(October 2017), 98-110. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.027>
- Wang, S., y Wu, C. (2011). Application of context-aware and personalized recommendation to implement an adaptive ubiquitous learning system. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 10831-10838. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.02.083>
- Wolff, A., Moore, J., Zdrahal, Z., Hlosta, M., y Kuzilek, J. (2016). Data literacy for learning analytics. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 500-501). ACM. <https://doi.org/10.1145/2883851.2883864>

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DEL AUTOR

José A. Ruipérez-Valiente. Investigador Juan de la Cierva en el Departamento de la Ingeniería de la Información y las Comunicaciones, de la Facultad de Informática en la Universidad de Murcia (España). Investigador afiliado al MIT Playful Journey Lab. Sus líneas de investigación se centran en el aprendizaje mejorado por tecnología, con un alto grado de foco en la analítica de aprendizaje y minería de datos educacionales. ID: <https://orcid.org/0000-0002-2304-6365>. Web: <http://joseruiperez.me/>
E-mail: jruiperez@um.es

Dirección:
Departamento de la Ingeniería de la Información y las Comunicaciones
Facultad de Informática – Universidad de Murcia
Calle Campus Universitario, S/N
30100 Murcia, España

Fecha de recepción del artículo: 03/01/2020

Fecha de aceptación del artículo: 17/02/2020

Fecha de aprobación para maquetación: 07/03/2020

Analytics for Action: Assessing effectiveness and impact of data informed interventions on online modules

(Analíticas en acción: Evaluando la efectividad e impacto de intervenciones basadas en evidencia en cursos en línea)

Rafael Hidalgo

Gerald Evans

The Open University, OU (United Kingdom)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26450>

How to reference this article:

Evans, G., e Hidalgo, R. (2020). Analytics for Action: Assessing effectiveness and impact of data informed interventions on online modules. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 103-125. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26450>

Abstract

Investigating effectiveness of learning analytics is a major topic of research, with a recent systematic review finding 689 papers in this field (Larrabee Sonderlund et al., 2019). Few of these (11 out of 689) highlight the potential of interventions based on learning analytics. The Open University UK (OU) is one of few institutions to systematically develop and implement a learning analytics framework at scale. This paper reviews the impact of one part of this framework - the Analytics for Action (A4A) process, focusing on the 2017-18 academic year and reviewing both feedback from module teams and interventions coming out of the process. The A4A process includes hands-on training for staff, followed by data support meetings with educators when the course is live to students. The aim being to help educators with making informed, evidence-based interventions to aid student retention and engagement. Findings from this study indicate that participants are satisfied with the training and that the data support meetings are helping in providing new perspectives on the data. The scope and nature of actions taken by module teams varies widely, ranging from no intervention at all to interventions spanning over multiple presentations. In some cases, measuring the impact of the actions taken will require data analysis from further presentations. The paper also presents findings indicating room for improvement in the follow up of the actions agreed, support given to module teams to implement such actions and final evaluation of impact on student outcomes.

Keywords: learning analytics; analytics framework; learning design; interventions; evidence; impact.

Resumen

La efectividad del uso de las analíticas de aprendizaje es un tópico de gran relevancia en la literatura sobre el tema. Una revisión sistemática reciente encontró 689 artículos en este campo (Larrabee Sonderlund et al., 2019). Sin embargo, solamente 11 de los 689 artículos destacan el potencial de las intervenciones basadas directamente en el análisis de los datos disponibles. La Open University UK (OU) es una de las pocas instituciones que desarrolla e implementa sistemáticamente un marco de uso de las analíticas a gran escala. Este documento revisa el impacto de una parte de este marco: el proceso de *Analytics for Action* (A4A). Utilizando datos del curso académico 2017-18, revisamos los comentarios de los participantes y las intervenciones acordadas como parte del proceso. El proceso A4A implica la capacitación práctica del personal, seguida de reuniones sucesivas en las que se discuten los datos cuando el curso ya está disponible en línea. El objetivo del proceso es ayudar a los educadores a planificar y realizar intervenciones basadas en la evidencia, con el fin de mejorar la retención y satisfacción de los estudiantes. Los resultados de este estudio indican que los participantes están satisfechos con la capacitación y que las reuniones de apoyo están ayudando a proporcionar nuevas perspectivas sobre los datos. El alcance y la naturaleza de las intervenciones varían ampliamente, desde la no intervención hasta intervenciones que abarcan múltiples presentaciones (cohortes) del curso. En algunos casos, medir el impacto real de las acciones tomadas requerirá el análisis de los datos de otras presentaciones. El trabajo también presenta hallazgos que indican que todavía hay margen para mejorar el seguimiento de las acciones acordadas, el apoyo brindado a los equipos académicos para implementar tales acciones y la evaluación final del impacto en los resultados y satisfacción de los estudiantes.

Palabras clave: analíticas de aprendizaje; marco analítico; diseño de aprendizaje; intervenciones; evidencia; impacto.

The Open University (OU) is the largest University in the UK, offering to its students high quality higher education via distance learning. Since its creation in 1969, over 2 million students from 157 countries worldwide have registered for studying at the OU.

The OU offers undergraduate and postgraduate degrees. All degrees, except some research doctorates, are studied in the distance learning modality. The curricula is organised by modules (courses).

Each module is produced and managed by a multidisciplinary team, led by an academic leader : the Module Team Chair (MTC). This team is known as the Module Team (MT). A typical undergraduate module is worth 30 or 60 credits, and a typical Bachelor degree is conceded when the student has completed 360 credits. All module contents and activities are available online via the OU's Virtual Learning Environment (VLE), which is a customised version of Moodle. Some modules still provide printed

material, but this content is always also available online. Modules are assessed using a combination of quizzes, Computer Marked Assessments (iCMAs), Tutor Marked Assessments (TMAs), End Of Module Assessment (EMAs), Projects and Exams.

The OU has been systematically using learning analytics to improve students' outcomes since, at least, 2014, when the OU initiated its Learning Analytics programme. One of the main components of the programme was the Analytics for Action (A4A) process, which promoted the systematic collection and analysis of the data with the objective of improving the design of the University's modules and, subsequently, the student's outcomes, using the A4A evaluation framework to structure the process (Rienties et al., 2016). After a two-year pilot, a decision was made to mainstream the A4A approach into business as usual activity in the 2016-17 academic year. The Learning Design team (LDT) was selected to run the process as the team members had expertise in Learning Design, were familiar with the data and, in most cases, had already worked on design of the participant modules.

The A4A process included the provision of training for participating staff and a series of data support meetings (DSMs) among academics, support staff, data analysts and learning designers. At these meetings the available data were reviewed, and specific actions were agreed to address the issues found. The training covered the basis of the A4A framework and the use of the basic data tools.

In a typical data support meeting, the data reviewed includes the Key Performance Indicators (KPIs), the profile and study record of the students registered in the module, the assessment submissions and results, the retention and withdrawals data and the students interaction with the VLE. Additional data could be also included for discussion at the meeting. For each of these meetings, the LDT prepared an analysis of the data and a comprehensive report was circulated afterwards. These reports contained a summary of the data and the discussions, plus recommendations and possible actions for both the MT and the LDT.

In the 2017-18 A4A cycle, the LDT provided support to 49 modules across all faculties, reaching over 35,000 students. This represented an increase of 69 % in the number of modules and 40% in the total student population reached compared to the previous cycle (2016-17). A total of 136 module support meetings were held and 20 training sessions were delivered to a total of 128 staff. Out of the 49 modules included in A4A, 43 were offered three DSMs during their presentation. The remaining six modules were offered an alternative 'light touch' process. As no formal records are kept from the surgery style sessions, the data from participant modules in that modality are not included in this report.

LITERATURE REVIEW

There are a wealth of studies looking at learning analytics in its broadest sense. Furthermore, it is now embedded in the plans of numerous higher education institutions worldwide. A recent systematic review (Larrabee Sonderlund et al.,

2019) found 689 papers relating to effectiveness of learning analytics. The same review found only 11 that highlighted the potential of interventions. As noted in the review, each of the final papers analysed more closely take a similar approach of using analytics to identify at-risk students and to disseminate that information to students and tutors (Larrabee Sonderlund et al., 2019).

The approach taken at the OU toward ongoing analysis and developing interventions is based on the Analytics for Action framework (Rienties et al., 2016) and utilises the Community of Inquiry methodology, initially developed by Garrison et al. (2000; 2007) as a guiding principle for categorising types of intervention.

Looking more closely at the existing literature around learning analytics programmes, there is literature investigating impact at many levels and with differing results. Drachsler et al. (2014) look at the impact across the whole Dutch education system, whereas others such as Dawson et al. (2017) examine the impact of a specific learning analytics programme on student retention, using a predictive model to identify at-risk students and to make supportive interventions. Their work found positive association between the intervention and retention, but statistical methods found low to no effect of the intervention. A study by Kostagiolas et al. (2019) undertook a survey of students at a Greek university to explore the relationship between student satisfaction, self-efficacy and retention. The work found a correlation between student satisfaction, self-efficacy and student retention whilst also evaluating how academic information resources fulfil student information needs. Coming back to the OU context, a further study by Rienties and Toetenel (2016) also used learning analytics to analyse the impact on student retention of different Learning Design approaches, indicating that student behaviour was strongly predicted by the learning design of the course and that communicative activities and social learning was a particularly strong predictor of student success.

A number of other studies have been successful in finding a link between specific interventions at course level and improved retention or student performance (Fritz, 2011; Kim et al., 2016; Lu et al., 2017). Lu et al. (2017) found a 17.4% better performance from an experimental group where instructors were receiving analytics reports to inform their advice to students than the control group where no such reports were provided. The study by Kim et al. (2016) investigated student use of learning analytics dashboards and found that lower performing students were more motivated by their use of the dashboard than higher performing students. Finally, Fritz (2011) found from evaluation of a “check my activity” tool (CMA) enabling students to check their LMS engagement with that of other students, that 91.5% of students used CMA at least once, and compared to students who did not use the tool throughout the semester, these students were 1.92 times more likely to earn a C or above (Fritz, 2011).

As Rienties et al. (2016) flag in their paper about three case studies of learning analytics interventions, one of the largest challenges for the field of learning analytics research and practice is how to put the power of learning analytics into

the hands of teachers and administrators. This points to the question of adoption at both institutional and practitioner level. Ferguson et al. (2015) identify that analytics implementation requires change of practice across educators, learners, support staff, library staff, administrators and IT staff. The study also links back to findings from 40 years ago highlighting that “Researchers should get clients politically, emotionally, and financially committed to the outcome of the research. They are then more likely to take notice of its results” (McIntosh, 1979, cited in Ferguson et al. 2015). Dawson et al. (2018) unpick this further by drawing on complexity theory and seeing the need for institutions to implement learning analytics with an awareness both of the complexity of the institution and of the change to be brought about by implementing learning analytics.

METHODS

Aim and objectives. Research questions

Our objective with this review was to answer the following three research questions:

- RQ1. Are the DSMs matching the expectations from faculty staff involved in the process?
- RQ2. Are faculty staff satisfied with the content and delivery of the training sessions?
- RQ3. Is there any measurable impact of the actions taken after advice provided to faculty staff at the DSMs?

Methodological approach

In order to answer the research questions above, there were three key activities undertaken to provide the required evidence:

For the first question (RQ1), relating to expectations of faculty staff with DSMs: in order to evaluate if the meetings matched the expectations from faculty staff, we invited the faculty staff involved (usually MTC and Curriculum manager) to complete an anonymous online survey after the final support meeting. We received in total 17 responses to this online survey. Among the respondents were 13 MTCs and 4 Curriculum managers. The online survey included Likert scale questions as well as free text answers.

For the second question (RQ2), relating to satisfaction with training sessions: in order to evaluate the quality and pertinence of the training sessions, we asked the trainees to complete a questionnaire at the end of each session. In this questionnaire

we asked 10 Likert scale questions (where 1=totally disagree to 5 = strongly agree), and two free text response questions. We received and analysed 106 responses.

For the third question (RQ3) relating to impact of actions taken following DSMs: after each DSM, the LDT circulated a full report that included the data covered at the meeting, the discussions about the data in the context of the module performance and the actions agreed. The actions were allocated to either the MT or the LDT.

For a sample (7 out of 43, all from the STEM Faculty) of the participant modules we reviewed the meeting reports and identified the actions agreed. We then asked MT members whether these actions were taken and reviewed the available data in search of any measurable impact.

RESULTS AND DISCUSSIONS

For the DSMs : A total of 136 DSMs were held in 2017-18. A large proportion of the second meetings needed to be rescheduled due to strike actions at the the OU. Whilst all meetings were successfully rescheduled, the knock-on effect of these delays meant that the third and final meeting happened much later than originally planned, affecting the chances of introducing changes within presentation.

Most attendees were satisfied with the data support meeting provision. The attitude and knowledge of the trainers were highly regarded. No respondent expressed dissatisfaction with the meetings, and only 2 provided a “neutral” response.

While 88% of all respondents agreed the facilitators provided clear interpretation of the data, this figure dropped to 76% when asked about identifying actions.

Table 1 shows the answers to the Likert scale questions (Q1, Q2, Q3 and Q5) in the survey:

Table 1. Proportion of respondents that strongly agree/agree with the statements quoted

Q	% All respondents (n=17)	Strongly agree/agree with the quoted statement:
1	100 %	“The facilitators were enthusiastic in the support meetings”
2	88%	“The facilitators provided a clear interpretation of my module’s data”
3	76%	“The facilitators helped me identify an issue or action that could be taken on my module”
5	87%	“Overall I am satisfied with the support meetings”

Question 4 was a free text answer related to whether new perspectives of the data were identified in the interpretation by the meeting facilitators. Table 2 shows positive and negative comments on the data interpretation provided by the facilitators.

Table 2. Proportion of positive/negative comments on data interpretation provided, from all respondents

Question 4: “Did the interpretation of the data by the facilitators provide a new perspective of the data that you hadn’t considered before?”	
Positives = 10 (62.5%)	Negatives = 6 (38.5%)
Yes (4 times)	No (4 times)
“In one or two cases.”	“Not really. It was interesting to review the module but there were few surprises.”
“Good to have examples from non-FBL modules.”	“Not really, but it was useful to talk it through.”
“Some new, but also reinforced earlier perspectives”	
“Yes, regarding early virtual learning environment (VLE) viewing of the ANALYTICS FOR ACTION guide”.	
“Yes, especially with respect to VLE traffic.”	
“Sometimes, but as both D and I spent a reasonable amount of time looking at the analytics ourselves, often they were reinforcing the same.”	

The survey also included two questions (Q6 and Q7) with open/free text answers, which asked about the aspects of the meetings that worked well and what could be improved.

Q6. What did you like about the support meeting?

When asked this question, attendees made comments related to:

- Facilitators attitude and knowledge (10 comments). For example, “*Clear presentation of data, clear understanding of what data sources meant, everyone on similar page as to what we’re trying to achieve, willingness to go beyond standard analytics for us*”.
- The time and space to review the data (4 comments). For example, “*The meetings were a good place to sound out ideas and different theories as to why students withdraw or don’t progress as we expected. The atmosphere was one of learning by doing, and by learning together with colleagues who were supportive*” and “*They provided clear guidance on the use of analytics that can be used to improve modules*”.
- Data provision and visualisation (4 comments). For example, “*They took on board our queries and found ways of reporting back at the next session with*

additional information, very helpful” and “Nice to see some visualisations of the data”.

Q7. What could we do to improve the support meetings?

When asked this question, the attendees made comments related to:

- a. Data systems and Data provision (4 responses). For example, *“The technology didn’t work all the time, so in the meeting the analytics SAS website went down. Some meetings were joined on-line, and it was difficult to see the ‘live’ data remotely”.*
- b. Meeting preparation/customisation (4 responses). For example, *“In some cases I felt a bit rushed and wished we had more time to look over and analyse the results and trends, but I do respect the idea that it is difficult to get all these meetings into the presentation diary. Having more cross-referenced data would be great – for example knowing all the characteristics of students likely to not succeed (e.g. who are our target groups for support?) could be really useful, especially at the front end of the module. Also knowing when and how to share findings with our tutors could also be considered – we need to progress in that area if we can”.*
- c. Follow Up (3 responses). For example, *“I also felt that we sometimes left the meeting without a clear plan of what we were going to do. Obviously, there wasn’t time to cover that in the meeting, but follow-up meetings between ourselves to discuss actual changes should have been built in to the approach as a ‘requirement’ for participation. Obviously, it was up to (us to) put this as an agenda on our own meetings, but these were not necessarily at a good time to fit in with the data support meetings”.*
- d. Nothing to improve (3 responses). For example, *“Can’t think of anything. Facilitators were open to suggestions and followed up with actions after each meeting”.*
- e. Institutional constraints (2 responses). For example, *“Perhaps make a bigger deal out of them, e.g. promote them a bit more with MT”.*
- f. Facilitator’s knowledge/attitude (1 response). For example, *“There were some aspects that the facilitators were not clear about, for example, from what point the retention data was calculated. They also had some preconceptions about things, e.g. that a lot of participation in the Student Forum was a good thing, when, in fact, more participation was usually related to issues and problems – students have a tutor group forum for interaction with each other as well as Facebook and other self-initiated groups for mutual support”.*

For the training sessions: a total of 128 staff attended the 20 regular A4A training sessions between October 2017 and July 2018. From October to December there

were weekly sessions exclusively for MT members of those modules selected for A4A, followed by bi-weekly sessions open to all staff. The training offered trainees the opportunity to use the data tools on live, current data related to any specific module of interest. The sessions were restricted to a maximum of 12 trainees per session and the ratio of trainers to trainees was kept to a maximum of 6:1. Table 3 shows the average score for each question and the percentage of respondents that totally agreed/agreed with each question statement.

Table 3. Average scores and percentage of the trainees totally agreeing/ agreeing with the corresponding statements, for all respondents

Statement	Ave. score all faculties/5	% Agree/Strongly agree among all respondents
Q1: Learning to operate the data tools used in the training session was easy for me.	4.30	91.4
Q2: I found it easy to get the data tools used in the training session to do what I want them to do.	4.11	86.7
Q3: I found the data tools used in the training session easy to use.	4.14	84.8
Q4: Using the data tools from the training session will improve my teaching.	3.96	72.9
Q5: Using the data tools from the training session will increase my productivity.	3.69	58.0
Q6: Using the data tools from the training session will enhance my effectiveness in teaching.	3.92	67.4
Q7: Based upon my experience with the data tools used in the training session, I expect that most staff will need formal training to use these tools.	3.80	66.7
Q8: The instructors were enthusiastic in the training session.	4.46	92.5
Q9: The instructors provided clear instructions about what to do.	4.54	93.4
Q10: Overall, I am satisfied with the training session.	4.50	91.5

Additionally, 8.6% provided a neutral response for Q10. No trainee expressed dissatisfaction with the training sessions. Trainers' attitude and the instructions they provided (Q8 and Q9) were highly regarded with, at least, 92.5% of trainees agreeing with the correspondent statements and an average score of 4.46 (89.2%) and 4.54 (90.8%) for Q8 and Q9 respectively.

Trainees found the data tools easy to use and reported that they could get the data tools to do what they wanted, with an average of 87.6% of trainees totally agreeing or agreeing with the statements in Q1-Q3.

Both scores and proportion of trainees totally agreeing or agreeing with the statements in questions Q4, Q5 and Q6 are consistently lower than for the rest of the questions. This could be because these questions were related to improving productivity and effectiveness in teaching, and a significant proportion of trainees are academic support staff rather than teachers. Two thirds of all respondents agreed with the statement in Q7, that most staff will need formal training to use these tools.

Q11 and Q12 were free text response questions, which were answered as follows:

Q11. What did you like about the training session?

When asked this question, trainees commented on the hands-on approach and practical experience of the training exercise, the instructions provided, the opportunity to explore and experiment with the data tools, the quality and relevance of the advice provided by the trainers, the relevancy of the data (particularly the fact that the data was coming from their own modules) and the pace of the session. A few trainees mentioned the workbook provided to each trainee and considered it to be a good idea. Table 4 shows the frequency of each comment.

Table 4. Frequency of positive comments by attendees

When asked “What did you like about the training session?”	
Quoted	Frequency
“Hands-on and practical exercises”	24
“Experiment and explore”	24
“Clear information/good response to questions”	20
“Practical exercises”	17
“Clear structure and helpful instructions”	16
“Being able to look at own modules for training / Relevant”	12
“Useful”	8
“Workbook a good idea”	4

Q12. What could we do to further improve the training sessions?

When asked this question, trainees mentioned:

- ‘system issues’ (25 responses): the overall speed of the system was the most mentioned issue and was considered as a blocker for working with data

- b. 'training style' and 'materials' was mentioned 20 times: more worked examples, sending the slides after the session, providing a printout of the presentation and/or providing it in advance
- c. 'session length' and requests for sessions targeted at advanced and beginners were mentioned 12 times, with more data analysis mentioned several times.

Table 5 shows the frequency of each comment:

Table 5. Frequency of comments suggesting improvements

<i>When asked "What could we do to further improve the training sessions?"</i>	
Quoted	Respondents
Computer/network/tools/dashboards issues	25
Training style and materials – advice and comments	20
Session length/suggestions for beginners/advanced sessions	12
Tool improvements needed/suggestions	7

For impact of the actions taken after advice provided via DSMs:

In this section, we reviewed the actions taken by a sample of the participant MTs which related to the discussions held within the A4A process. Each example outlines the actions taken, the results, future planned actions and provides info on how those future planned actions will be evaluated. Rather than summarising the data, we have taken the decision to present the findings from each of the modules separately. This provides some insight for the reader in how the discussion unfolds for each module and to demonstrate the link between each section. It also demonstrates the difference in scale between the interventions.

As some of the data being presented contains sensitive information this data has been anonymised.

Module 1 2017

Actions taken by MT
Assignment 1 for the following presentation (2018) was changed significantly (reduced in size and scope) based on the submission data and feedback from Associate Lecturers. The submission date was changed from week 7 to week 6, and the weighting remained the same as before (3%).
Results
The assignment submission rates increased by 0.8% for Assignment 1 whilst Assignment 2 also saw an increase of 1.31%.

Future planned actions

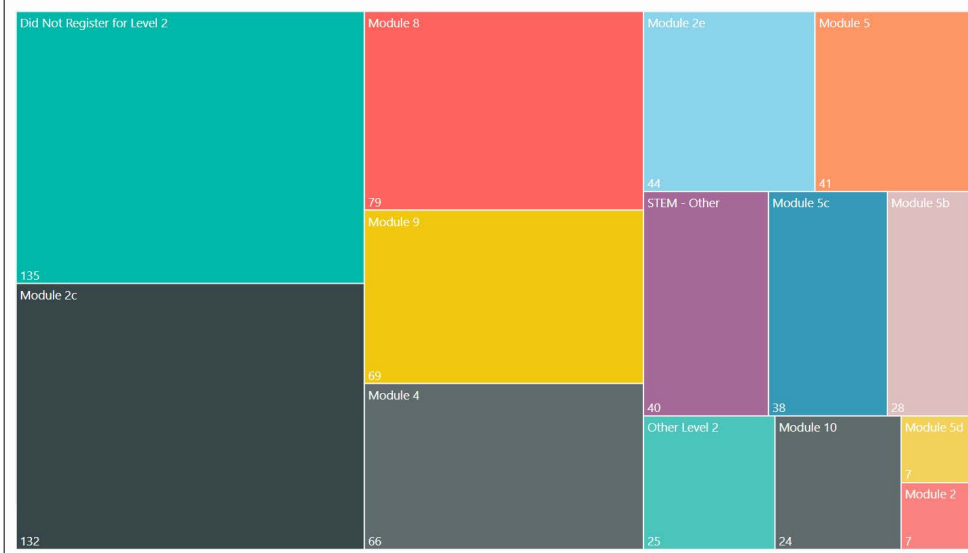
- The MT will be doing similar work on Assignment 2 for 2019. The MT and LDT will monitor submission rates for both assignments and investigate any other factors that could have had an impact on submission rates, beyond the changes introduced
- For students going on to Level 2, the MT is working to secure proactive interventions from the Student Support Team (SST) to encourage registrations next year.
- Looking to get more of the Level 2 MTs to talk to our students too. Students had some choice point tutorials in 2018, and MT intend to include more of these in 2019.

Assessing results by:

- Measuring the submission rates for both assignments in Module 1 2019.
- Measuring the number of Module 1 students registering for level 2 modules in 2019, and comparing with the 2018 results

Figure 1 shows the number of Module 1 2017 students achieving a pass grade sorted by their 2018 module registration choice.

Figure 1. Number of Module 1- 2017 students that passed and registered for a Level 2 module



Module 2 2017

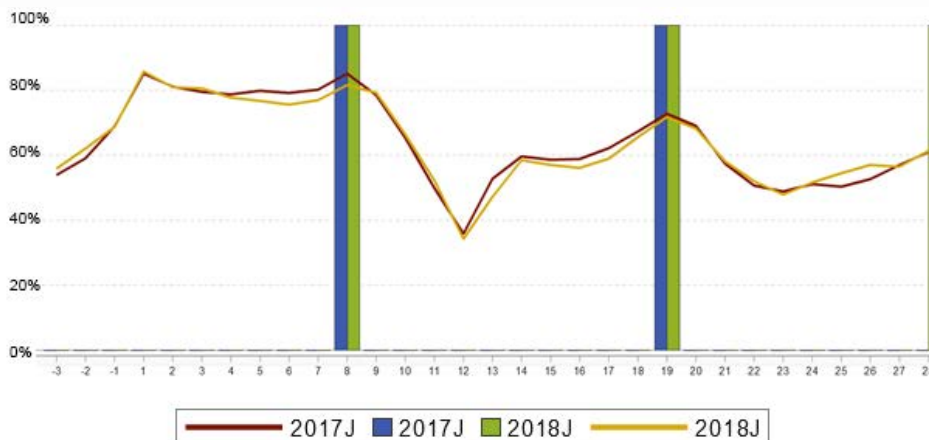
Actions taken by MT

At the second data support meeting, a declining trend in VLE usage was detected between weeks 9 and 12 (Christmas break). The LDT suggested a review of the timing of the first two assignments, with the hypothesis that bringing them closer together would have a positive impact on the trend. However, it was considered too difficult to change the timing of assignments for 2018. Instead a bridging video was introduced to “... prepare and reassure students, and to dispel some of the anxiety around anatomical terminology related to the human nervous system”. LDT also reported an increase in student withdrawals after the cut-off for Assignment 01. The possible reasons for this were discussed but after further investigation, it became clear that most of these students had not submitted the first assignment. Concurrency issues were also reported, particularly with Module 2b and Module 2c, as these modules have very similar assessment dates around weeks 7-8. After consideration, the MT concluded that this situation will cease to be an issue when Modules 2b and 2c are replaced by new modules in 2020

Results

Although the bridging video was introduced in 2018, there was no change in the VLE engagement pattern for the same period in that year. The decline in VLE engagement between the Assignment 01 submission date and Christmas can be seen in Figure 2. Engagement levels bounce back but never reach the pre-Christmas levels.

Figure 2. Percentage of Module 2 students visiting the VLE per week for 2017 and 2018 presentations



Future/planned actions

The MT are considering a change to the timing of assessment and introduce a checkpoint between weeks 8 and 12 to boost engagement with the VLE.

Assessing results

Measuring VLE engagement in the weeks between the Assignment 01 submission date and the Christmas break, and between the Christmas break and the Assignment 02 submission date.

Module 3 2018

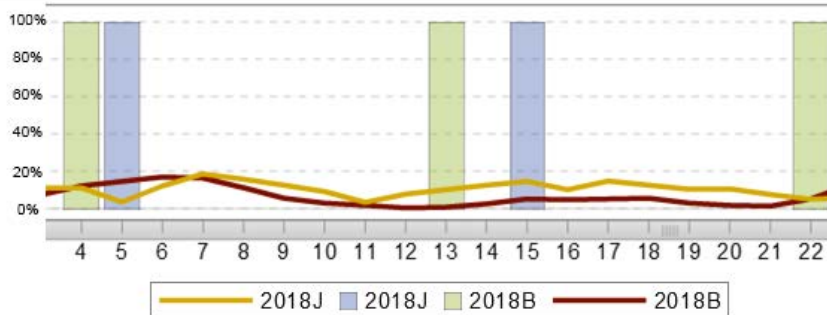
Actions taken by MT

- a. Changed topic-based cluster forums, maths cluster forum, and Python (programming language) cluster forum into module wide forums for the second presentation in 2018
- b. To improve student engagement with Python content the MT:
 - i. Updated some text in the Python weeks to clarify things – especially how to study Python (taking notes) and more specific guidance on the activities for Assignment 04.
 - ii. Produced an additional screencast video to demonstrate how to build up larger Python programs.
 - iii. Changed Activity 3.2 in Python Activity 1 to be about explaining a program (rather than writing one) and include the response to this activity as an extra question in Assignment 02.
 - iv. Added a question 10 to the exam (and specimen exam paper) about explaining a brief Python program related to the screencast mentioned in (ii).
- c. Module Chair to make weekly videocasts (1-1.5 minutes) filmed on iPhone and uploaded to VLE (with transcripts) pointing out the key things coming up in the next week of study.

Results

- a. Python cluster forum shows an increase in student engagement from week 7 to week 22, in the second presentation for 2018 (18J) compared to the first in 2018 (18B)

Figure 3. Percentage of students visiting the Module 3 Python cluster forum per week



Also, Maths support forum has a slight increase in usage compared to 18B.

- b. Python activity 1 shows an increase –from 35% to 48%– in the level of student engagement with the corresponding resource at the week the activity was due. It also shows students in 18J revisiting the resource when preparing for Assignment 02.

Figure 4. Percentage of students visiting the Module 3 Python Activity 1 per week

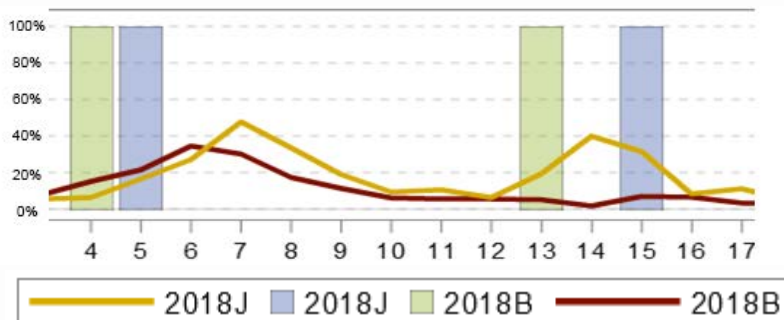
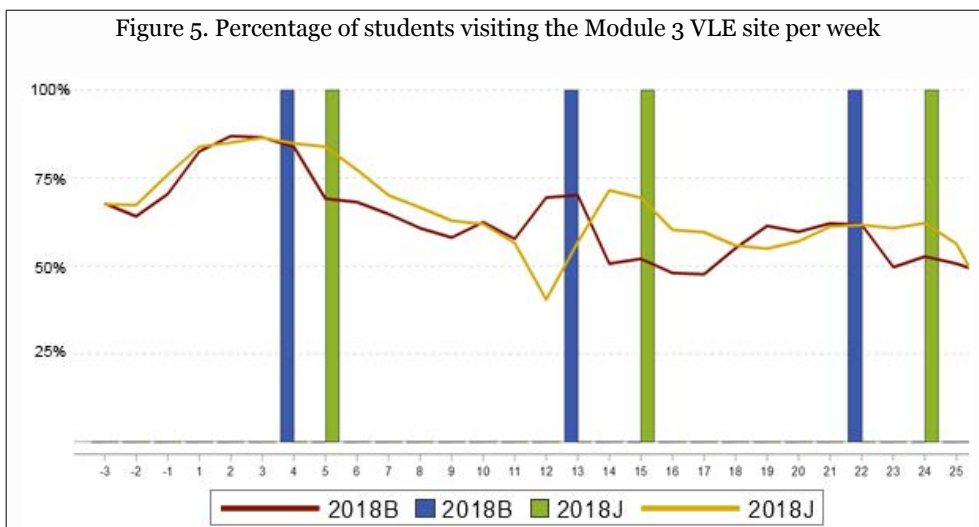


Figure 5 shows VLE engagement has been slightly higher for 18J, but differences may be related to presentation pattern (J vs B).



Future/planned actions

LDT to develop a report that shows current progress vs planned progress for a cohort and link it to final students' outcome.

Assessing results

Monitor whether there is any increase in the proportion of students progressing as planned.

Module 4 2017

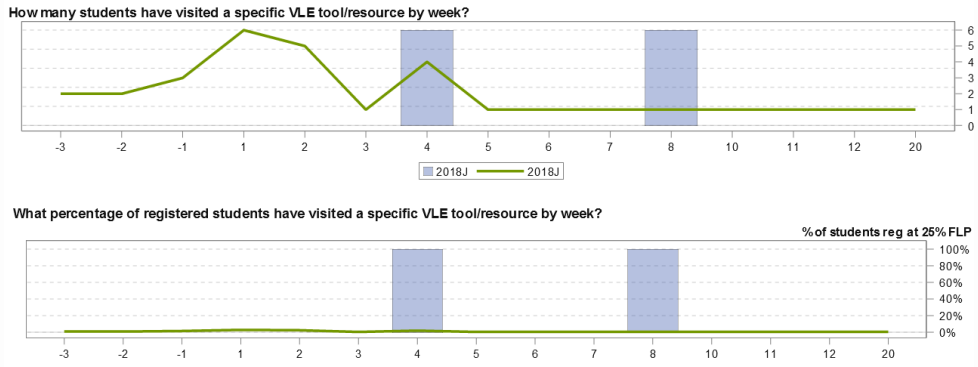
Actions taken by MT

- Concurrent study monitored. 'At risk' students referred to SST.
- MT has developed additional preparatory materials linked to a diagnostic quiz.
- The MT produced additional mathematics support for Blocks 4 and 5.
- Workload - signposting materials were produced, covering:
 - pre-requisite knowledge/conceptual understanding required to study the block
 - key points regularly examined
 - material that is crucial to learning but not directly tested
 - material written for interest only.
- Regular assessment reminders were provided via module news

Results

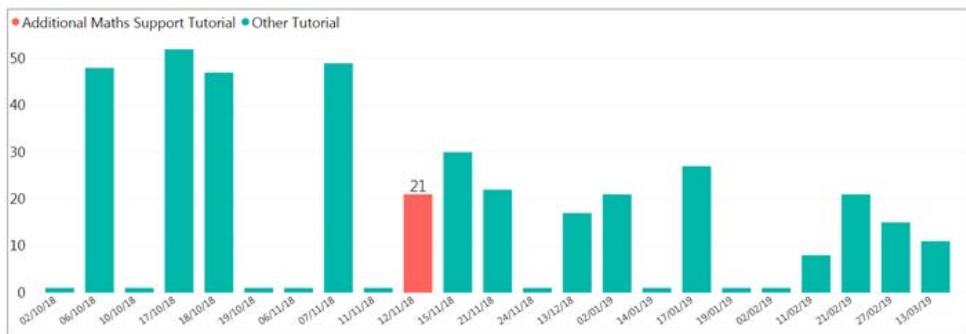
- By week 23, 45% of the 2017 student cohort were studying more than one module concurrently, and 17% were studying 120 credits. At the same point in the 2018 presentation, these indicators were 41% and 23%, respectively.
- Access to the new diagnostic was provided via link to a pdf on the module website. However, engagement with 'Are you ready' resource was still very low.

Figure 6. Number and percentage of students visiting the AYRF resource per week



- c. Additional mathematics support for blocks 4 and 5 was provided via an additional module-wide online tutorial just prior to the start of Block 4 (12 November). The tutors provided a set of questions to be completed before the session. Figure 7 shows that this online tutorial –in orange– was attended by 21 students (out of 186 registered)

Figure 7. Number of Module 4 students that engaged with online tutorials on the dates shown



- a. Clear peaks in workload were identified with excessive direct teaching. Effectiveness of the changes expected to be visible for next presentation.
b. Result expected to be measurable in the next presentation.

Future planned actions
• MT and LDT to review the “Are you ready for” material for 2019, in order to increase student engagement. • MT to consider reviewing assessment timings before and after the Christmas break, with the aim of shortening the periods between Assignment 02, the Christmas break and Assignment 03. • MT actively looking for ways to trim materials to reduce workload. Tutor feedback about topics that can be removed has been sought
Assessing results
Measuring Assignment 03 submission rate.

Module 5 2017

Actions taken by MT
a. Using predictive analytics data, in 2018 the MT identified students who did not complete Assignment 01 or achieved a low score as being at risk. In total, 25 at-risk students were identified. b. MT wanted to investigate pass rates for students in Scotland, to understand whether the lower fee level paid by Scottish students has any impact on incentive to pass the module. c. MT has collated assessment dates for all relevant modules and presented in a one-page view grid. Conflicts are worst for Module 5b and Module 5c. d. MT considered moving Assignment 02 to an earlier date, considering changes made to Module 5d and Module 5e assessment (removal of Assignment 03). However, it was found that Module 5 Assignment 02 date is difficult to move since students must study a specific topic in the preceding week. If moved closer to Assignment 03, then the desired equal spacing between the assignments will not be achieved. e. The Module 5 exam questions were reviewed by the MT, as suggested by Learning Design, but they appear fair and stable. f. MT planned to provide extra support to students who have banked assessment. In the 2018 presentation, 13 students were identified, and the MT has started to compile their progress and propensity to pass the module, but further work is required.
Results
a. All 25 students were contacted by the SST. b. Data reviewed showed this was not the case. Retention for Module 5 2017 in Scotland retention is 76% compared to 73% for whole cohort. The 2018 cohort shows a similar trend. c. MT using and updating the grid to minimise clashes. d. No changes to Assignment 02 dates. e. No major changes to Exams. f. Preliminary data suggests that students who bank their assessments for summative quiz 01 and Assignment 01 are much likely to succeed than those who only banked summative quiz 01.

Future/planned actions
a. MT to keep tracking student behaviour around assessment banking and their outcomes, and then consider if a change of rules is required for assessment banking. b. Single component assessment will be implemented for Module 5 in 2019 c. MT to contact other modules in the grid to inform them about assessment clashes.
Assessing results
a. Measuring overall retention. b. Comparing the outcome for students in 2017 that didn't do or achieved a low score in Assignment 01 – with the results of the 2018 students contacted by the SST.

Module 6 2017

Actions taken by MT
The MTC actively monitored formative quiz scores and submission rates, as there were concerns about student engagement levels. These assessments are formative but there is a threshold relating to the number of quizzes students need to complete in order to pass the module. This was a concern because Module 6b and 6c had reported problems with students failing solely due to not completing enough formative quizzes.
Results
a. Students were using the quizzes to recap and revise the module material. In the end, the number of students and the number of attempts of quizzes were both high. Although students interacted with the quizzes differently to how the MT envisaged, there was no need to change them because overall engagement was good. b. The issue with formative quizzes observed in Module 6b and Module 6c was not present in Module 6b. No students failed Module 6b due to non-completion of the required number of formative quizzes.
Future/planned actions
MT to continue actively monitoring formative quizzes. LDT to analyse the end of module survey results.
Assessing results
Measuring and comparing formative quiz submission rates.

Module 7 2017

Actions taken by MT
Module 7b and Module 7 should not be studied at the same time, however a few students were registered to study both concurrently. LDT suggested the use of an 'Are you ready for' diagnostic quiz. Due to decreasing student satisfaction scores, LDT suggested the MT may wish to consider use of other data collection tools available to explore students' experiences of learning on Module 7.

Results
Since Module 7 has only one presentation left (2019), evaluation based on questionnaires will be considered for the replacement module, Module 7c
Future/planned actions
Use Module 7 collected data to inform Module 7c design.
Assessing results
Measuring pass, completion and satisfaction rates for Module 7c and comparing with historical figures for Module 7

CONCLUSIONS

To revisit the research questions from earlier, this paper has found favourable results relating to both research questions 1 and 2. In terms of research question 3, the results are more variable as action has not always been taken by MTs; however, there is evidence of impact where actions have been taken and one example of lack of impact where a team has taken a different action to that recommended to them.

The responses to the training questionnaire show a clear positive response toward the training, with 91.5% of staff saying that they were satisfied with the training. This is also reflected in the positive comments outlining that staff appreciated being able to *experiment and explore*, and the *hands-on and practical exercises*.

Satisfaction levels with the DSMs are also strong, with 87% of staff expressing satisfaction with the meetings. The analysis of the qualitative feedback has also provided insight for the LDT into which aspects of the meeting are working and areas for improvement –a theme that stands out is around having a limited time in the meeting and that there was not always a clear plan for the MT coming out of the meeting. This is something that is being taken forward in the recommendations for ongoing work– to allow time for the meetings and to include space for outlining the recommended next steps. On the positive side, there is a clear recognition of the knowledge of the facilitator, with 10 responses flagging that the facilitator was knowledgeable and willing to push deep into the data to support the team with their analysis.

Assessing the impact of the actions taken as a result of the process, research question 3 reveals a mixed situation.

On modules 1 & 3 there was an impact on retention (module 1) and student engagement (module 3). These were positive impacts that we can draw back to the interventions made by the module teams as a result of acting on learning analytics findings. On module 2, there was no discernible impact. However, this was an action the module team took having decided the approach suggested in the data support meeting was too complex. In itself this was a useful finding for the OU as it provides evidence that such action does not lead to any impact. This can now be taken forward as part of an internal evidence bank for similar future scenarios.

Modules 4, 5 and 6 are useful examples of an emerging conversation led by review of the learning analytics. We can see these as examples of teams who are not quite ready to take action as they do not fully understand the issues and need the analytics to provide more data or see a different reason for the problems being encountered. Again, these are useful examples as the learning analytics has been able to prove/disprove hypotheses and enable the team to focus in on the problem.

Module 7 is a different case study and shows the importance of targeting the A4A resource at the correct modules. In this case a recommendation has been made to the module team; however, they have pushed it onto the upcoming replacement module. There are similar experiences where a team toward the end of the module lifecycle have positively engage with data capture and used the analysis to inform the new module. There is a task here to refine the selection process of modules for A4A to ensure teams buy-in to the need to respond positively to proposed actions.

Module teams that engage more fully with the A4A process are likely to get more insight and results from it and could become champions at faculty or Board of Studies level. Academic staff involvement is essential for the success of A4A, as they are responsible for ensuring that agreed interventions are actioned.

Beyond the research questions and looking at impact within the OU, other University –wide organisational processes related to quality control have adopted elements of the A4A methodology in their approach– such as the regular monitoring of the data, the provision of basic data training and the use of a menu of actions available.

The information regarding the actions taken was collected by contacting the corresponding MT and asking them to report on their modules. This may not be scalable to all modules. A more systematic process for the follow up and evaluation of the actions taken is required to assess the overall impact of A4A. The details of an enhanced process should be agreed between the LDT and the faculties. This would involve the provision of further resources both from the faculties and the LDT.

Further research is required to obtain a better understanding of the benefits derived from the process. In-depth interviews with key participants and independent evaluation are recommended.

Annex 1 provides an outline of the conclusions and recommendations fed back into the University from the internal version of the report. Annexes 2 and 3 show the questions included in the surveys to assess training and DSMs.

REFERENCES

- Dawson, S., Jovanovic, J., Gašević, D., & Pardo, A. (2017). From prediction to impact: evaluation of a learning analytics retention program, *Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference*. ACM, (pp. 474-478). doi: 10.1145/3027385.3027405.
- Dawson, S., Poquet, O., Colvin, C., Rogers, T., Pardo, A., & Gasevic, D. (2018). Rethinking learning analytics adoption through complexity leadership theory,

- 'ACM International Conference Proceeding Series', Association for Computing Machinery, (pp. 236-244). doi: 10.1145/3170358.3170375.
- Drachsler, H., Stoyanov, S., & Specht, M. (2014). The impact of learning analytics on the Dutch education system. *Proceedings of the Fourth International Conference on learning analytics and knowledge*. ACM, (pp. 158-162). doi: 10.1145/2567574.2567617.
- Ferguson, R., Macfadyen, L. P., Clow, D., Tynan, B., Alexander, S., & Dawson, S. (2015). Setting learning analytics in context: overcoming the barriers to large-scale adoption. *Journal of Learning Analytics*, 1(3) 120-144.
- Fritz, J. (2011). Classroom walls that talk: Using online course activity data of successful students to raise self-awareness of underperforming peers. *The Internet and Higher Education*, 14(2), 89-97.
- Garrison, D., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2(2), 87-105. [http://dx.doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6)
- Garrison, D., & Arbaugh, J. B. (2007). Researching the community of inquiry framework: Review, issues, and future directions. *The Internet and Higher Education*, 10(3): 157-172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2007.04.001>
- Kim, J., Jo, I. H., & Park, Y. (2016). Effects of learning analytics dashboard: Analyzing the relations among dashboard utilization, satisfaction, and learning achievement. *Asia Pacific Education Review*, 17, 13-24.
- Kostagiolas, P., Lavranos, C., & Korfiatis, N. (2019). Learning analytics: Survey data for measuring the impact of study satisfaction on students' academic self-efficacy and performance, *Data in brief*, 25, doi: 10.1016/j.dib.2019.104051.
- Larrabee Sønderlund, A., Hughes, E., & Smith, E. (2019). The efficacy of learning analytics interventions in higher education: A systematic review. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2594-2618, doi: 10.1111/bjet.12720.
- Lu, O. H. T., Huang, J. C. H., Huang, A. Y. Q., & Yang, S. J. H. (2017). Applying learning analytics for improving students' engagement and learning outcomes in an MOOCs enabled collaborative programming course. *Interactive Learning Environments*, 25(2), 220-234.
- Rienties, B., Boroowa, A., Cross, S., Farrington-Flint, L., Herodotou, C., Prescott, L., Mayles, K., Olney, T., Toetenel, L., & Woodthorpe, J. (2016). Reviewing three case-studies of learning analytics interventions at the Open University UK, *Proceedings of the Sixth International Conference on learning analytics & knowledge*. ACM, (pp. 534-535). doi: 10.1145/2883851.2883886.
- Rienties, B., & Toetenel, L. (2016). The impact of learning design on student behaviour, satisfaction and performance: a cross-institutional comparison across 151 modules. *Computers in Human Behavior*, 60, pp. 333-341.

ACADEMIC AND PROFESSIONAL PROFILE OF THE AUTHORS

Rafael Hidalgo. Rafael holds an MSc in Electronic Engineering and a Media MBA. He joined the Open University in 2004 as a Media Project Manager and is currently a Senior Learning Designer at LDS. Before joining the OU Rafael had a 15 years long career in the broadcasting industry, in technical and senior management roles. Rafael is currently researching the use of learning analytics as a tool to inform

and improve the design of OU modules. He is also working in the use of interactive video in education, in particularly in a distance learning environment.

E-mail: r.hidalgo@open.ac.uk

Gerald Evans is Head of Learning Design at the Open University, is a Senior Fellow of the HEA and has an MBA. Prior to his current role, Gerald worked on Learning Design across a range of STEM and business modules at the OU. His areas of interest are around collaborative online activities and in using learning analytics as a tool for both evaluating and improving subsequent design of curriculum.

E-mail: gerald.evans@open.ac.uk

Dirección:
The Open University
Walton Hall
Milton Keynes
MK7 6AA
UK

Date of receipt: 17/01/2020

Date of acceptance: 08/02/2020

Date of layout: 28/03/2020

Evaluación del resultado académico de los estudiantes a partir del análisis del uso de los Sistemas de Control de Versiones

(Evaluation of students' academic results through the analysis of their use of Version Control Systems)

Alexis Gutiérrez Fernández
Ángel Manuel Guerrero Higuera
Miguel Ángel Conde González
Camino Fernández Llamas
Universidad de León, ULE (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26539>

Cómo referenciar este artículo:

Gutiérrez Fernández, A., Guerrero Higuera, A. M., Conde González, M. A., y Fernández Llamas, C. (2020). Evaluación del resultado académico de los estudiantes a partir del análisis del uso de los Sistemas de Control de Versiones. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 127-145. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26539>

Resumen

Una de las herramientas más utilizadas por los profesionales de las tecnologías de la información y la comunicación son los sistemas de control de versiones. Estas herramientas permiten, entre otras cosas, monitorizar la actividad de las personas que trabajan en un proyecto. Por tanto, es recomendable que se utilicen también en las instituciones educativas. El objetivo de este trabajo es evaluar si el resultado académico de los estudiantes se puede predecir monitorizando su actividad en uno de estos sistemas. Para tal efecto, hemos construido un modelo que predice el resultado de los estudiantes en una práctica de la asignatura Ampliación de Sistemas Operativos, perteneciente al segundo curso del grado en Ingeniería Informática de la Universidad de León. Para obtener la predicción, el modelo analiza la interacción del estudiante con un repositorio Git. Para diseñar el modelo, se evalúan varios modelos de clasificación y predicción utilizando la herramienta MoEv. Esta herramienta permite entrenar y validar diferentes modelos de clasificación y obtener el más adecuado para un problema concreto. Además, la herramienta permite identificar las características más discriminantes dentro de los datos de entrada. El modelo resultante ha sido entrenado utilizando los resultados del curso 2016 – 2017. Posteriormente, para asegurar que el modelo generaliza correctamente, se ha validado utilizando datos del curso 2017 –

2018. Los resultados concluyen que el modelo predice el éxito de los estudiantes con un alto porcentaje de acierto.

Palabras clave: aplicación informática; tratamiento de la información; inteligencia artificial; proceso de aprendizaje.

Abstract

Version Control Systems are commonly used by Information and Communication Technology professionals. These systems allow for monitoring programmers' activity working in a project. Thus, the usage of such systems should be encouraged by educational institutions. The aim of this work is to evaluate if students' academic success can be predicted by monitoring their interaction with a Version Control System. In order to do so, we have built a model that predicts students' results in a specific practical assignment of the Operating Systems Extension subject. A second-year subject in the degree in Computer Science at the University of León. In order to obtain a prediction, the model analyzes students' interaction with a Git repository. To build the model, several classifiers and predictors have been evaluated by using the MoEv tool. The tool allows for evaluating several classification and prediction models in order to get the most suitable one for a specific problem. Prior to the model development, MoEv performs a feature selection from input data to select the most significant ones. The resulting model has been trained using results from the 2016 – 2017 course year. Later, in order to ensure an optimal generalization, the model has been validated by using results from the 2017 – 2018 course. Results conclude that the model predicts students' outcomes with a success high percentage.

Keywords: computer application; information processing; machine learning; learning process.

El auge de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha cambiado los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los docentes utilizan diversas herramientas en sus clases con el objetivo de favorecer el aprendizaje de sus alumnos. Además, los propios alumnos utilizan múltiples aplicaciones tanto en sus centros educativos como fuera de ellos. Sin embargo, ¿es posible afirmar que una herramienta concreta mejora el rendimiento de un estudiante? Si pudiéramos aseverar esto, sería posible utilizar siempre la herramienta que mejor se adapte a una lección o estudiante concretos. Existen muchos estudios sobre el tema, el cual está estrechamente relacionado con las áreas de *Learning Analytics* y *Educational Data Mining*.

Learning Analytics se define como la medida, recopilación, análisis y notificación de información relacionada con los estudiantes y su contexto, con el propósito de entender y optimizar el aprendizaje, además del entorno en el que se lleva a cabo (Siemens y Gasevic, 2012). Este campo, junto con el de *Educational Data Mining*, tiene un alto potencial para entender y optimizar los procesos de enseñanza y

aprendizaje. Por ejemplo, el análisis de los datos recopilados por sistemas de información estudiantil (SISs, por sus siglas en inglés), o las interacciones de los estudiantes con sistemas de gestión del aprendizaje (LMSs, por sus siglas en inglés) proporcionan a los docentes una forma de identificar patrones que pueden ser utilizados para predecir resultados o tomar decisiones acerca de la adecuación de los recursos utilizados.

Uno de los problemas más recurrentes en *Learning Analytics* es la obtención de modelos para predecir los resultados de los alumnos. En concreto, es muy común tratar de calcular el riesgo (probabilidad) de que un estudiante apruebe o suspenda una asignatura (Siemens, Dawson y Lynch, 2013). Este tipo de análisis predictivo tiene una consecuencia importante en educación: nos permite identificar aquellos estudiantes en situación de riesgo. Esta información permite a los profesores llevar a cabo estrategias proactivas que contribuyan a la obtención de un sistema educativo de mayor calidad. Los modelos de predicción a menudo tienen un alto grado de precisión únicamente en escenarios muy concretos (Gašević, Dawson, Rogers y Gasevic, 2016). Esta limitación, aunque esperada debido a que los modelos se calculan mediante algoritmos altamente dependientes de la calidad de los datos, crea dificultades para obtener una visión global del efecto en el éxito académico de ciertas variables, y por tanto, para obtener una herramienta aplicable en diferentes casuísticas.

Uno de los objetivos de este trabajo es presentar *Model Evaluator* (MoEv), una herramienta que permite evaluar una serie de algoritmos de aprendizaje paramétricos y no paramétricos con el objetivo de elegir el que mejor exactitud (accuracy) presenta ante un problema concreto de predicción. En el caso que nos ocupa, pretendemos conseguir un modelo que permita predecir si los alumnos serán capaces de superar una prueba práctica concreta que, sin embargo, tiene la suficiente relevancia como para considerarse un indicador del éxito académico en la asignatura en la que se realiza. La herramienta, basada en la idea propuesta en Guerrero-Higueras, DeCastro-García y Matellán (2018), se presentó inicialmente en Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Matellán y Conde, (2018), y, posteriormente, se extendió en Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Rodríguez-Lera, Matellán y Conde Miguel (2019). Se pretende que pueda ser aplicada en diferentes asignaturas o situaciones de aprendizaje y, por tanto, incluye una fase esencial: la selección automática de las variables más discriminantes. Dado que el reto es obtener una herramienta de propósito general, es necesario que las fuentes de datos puedan ser de diferente naturaleza y que la herramienta pueda determinar qué información es más importante para un modelo concreto. Las fuentes de datos más habituales para modelos de predicción en el ámbito educativo son los datos almacenados en SISs (Kovacic, 2012), en LMSs y similares (Agudo-Peregrina, Iglesias-Pradas, Conde-González y Hernández-García, 2014), o bien en fuentes de datos híbridas a partir de las anteriores (Barber y Sharkey, 2012).

Por otro lado, en algunos campos como la ingeniería o la informática, es muy habitual que los docentes empleen herramientas y aplicaciones avanzadas en sus

cursos con el objetivo de brindar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje significativa lo más cercana posible del mundo profesional. Por ejemplo, en ingeniería de software, la gestión de cambios en los componentes de un producto software o su configuración se conoce como control de versiones (Fischer, Pinzger y Gall, 2003). Se denomina versión, revisión o edición, al estado del producto en un momento específico. El control de versiones se puede hacer manualmente, aunque es recomendable utilizar alguna herramienta para facilitar esta tarea. Estas herramientas se conocen como sistemas de control de versiones (VCS, por sus siglas en inglés) (Spinellis, 2005). El uso de estas herramientas es una de las habilidades más demandadas en los profesionales de las TIC.

Un VCS debe proporcionar, al menos, las siguientes características: almacenamiento para los diferentes elementos que se han de gestionar, a saber código fuente, imágenes o documentación; mecanismos para la edición de dichos elementos (creación, eliminación, modificación, cambio de nombre, etc.); y registro y etiquetado de todas las acciones realizadas, de tal modo que un elemento pueda regresar a un estado anterior deshaciendo estas acciones. Entre los VCSs más populares están los siguientes: CVS, Subversion (Pilato, Collins-Sussman y Fitzpatrick, 2008) o Git (Torvalds y Hamano, 2010).

El objetivo principal de este trabajo es responder a las siguientes preguntas de investigación:

Pregunta 1: ¿Hay variables que podamos extraer de la interacción de los estudiantes con VCSs que estén relacionadas con el éxito académico?

Pregunta 2: ¿Podemos construir un modelo que permita predecir el éxito de los estudiantes en una tarea, monitorizando la utilización de un VCS?

Para obtener datos que nos permitan responder a las preguntas anteriores, hemos realizado un estudio en el marco de la asignatura Ampliación de Sistemas Operativos del segundo curso del grado en Ingeniería Informática de la Universidad de León. Los resultados preliminares presentados en Guerrero-Higueras, Matellán-Olivera et al. (2018) concluyeron que analizar la actividad de los estudiantes en VCSs permite predecir sus resultados mediante el uso de clasificadores basados en árboles de decisión. Un análisis en profundidad presentado en Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Matellán et al. (2018) mostró que los resultados son diferentes dependiendo de las características elegidas. En este último, se sigue el método propuesto en Guerrero-Higueras, DeCastro-García y Matellán (2018) para seleccionar el modelo más adecuado, pero además, se realizó un análisis de variables previo al desarrollo del modelo. En ambos (Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Matellán et al., 2018; Guerrero-Higueras, Matellán-Olivera et al., 2018), se utilizó un conjunto de datos de entrenamiento para construir el modelo. Además, para garantizar una generalización óptima, en Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Matellán et al., (2018), se realizó una validación del modelo seleccionado utilizando un segundo conjunto de datos. Con respecto a las variables, en Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Matellán et al. (2018), se concluyó que considerar algunas variables adicionales a las estrictamente

relacionadas con la interacción de los estudiantes con VCS mejora la exactitud de los modelos. Sin embargo, para este trabajo, exploramos los resultados sin agregar ninguna variable externa, lo que *a priori* garantizaría una generalización óptima y, por tanto, brindaría la posibilidad de utilizar el modelo resultante en diferentes situaciones.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: la sección “procedimiento experimental” describe la evaluación empírica de los algoritmos de clasificación, los elementos y los métodos utilizados en los experimentos; la sección “resultados” detalla el resultado de la evaluación; la discusión de los resultados se desarrolla en la sección “discusión”; la sección “conclusiones” presenta las conclusiones y las líneas futuras de investigación; por último, se muestran las principales referencias.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En esta sección se describen todos los elementos utilizados durante el desarrollo y evaluación del modelo de predicción del éxito académico de los estudiantes a partir de su interacción con VCSs. Entre estos elementos se incluyen: una tarea práctica que los estudiantes de Ampliación de Sistemas Operativos (ASO) deben realizar, un VCS para capturar datos, y la herramienta MoEv que permite obtener un modelo optimizado.

Datos de entrada

La asignatura ASO se cursa en el segundo año del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de León y, en ella, se abordan temas relacionados con los sistemas operativos. En concreto, se centra en la gestión interna de la memoria, tanto volátil (memoria RAM) como no volátil (ficheros). También se estudian los problemas relacionados con la seguridad en los sistemas operativos.

La principal tarea práctica que debían superar los estudiantes consistía en implementar un sistema de ficheros basado en i-nodos. Según el enunciado de la práctica, este sistema de ficheros debía funcionar en cualquier distribución Linux, por lo que los estudiantes debían implementar un módulo para el núcleo de Linux (Corbet, Rubini y Kroah-Hartman, 2005) que soporte, como mínimo, las siguientes operaciones: montar dispositivos en el sistema, crear, leer y escribir ficheros; crear nuevos directorios y visualizar el contenido de los directorios existentes.

Se trató de una práctica individual en la que cada estudiante debía utilizar obligatoriamente un VCS para almacenar el código fuente; en concreto, debían usar un repositorio Git. Git sigue un esquema distribuido y, al contrario que otros sistemas que siguen modelos cliente-servidor, cada copia del repositorio incluye el historial completo de los cambios realizados (De Alwis y Sillito, 2009). Se optó por utilizar la plataforma GitHub Classroom (Griffin y Seals, 2013) que permite a los docentes disponer de algunas herramientas de gestión y a los estudiantes trabajar

sobre repositorios privados. GitHub es un servicio de almacenamiento basado en la web para proyectos de desarrollo de software que utilizan el sistema de control de versiones Git. Además, GitHub Classroom permite asignar tareas a estudiantes o grupos de estudiantes siempre y cuando se encuentren dentro de la misma organización: en nuestro caso la asignatura ASO.

Con base en la práctica descrita anteriormente se definieron las siguientes variables a extraer de la actividad de los estudiantes en sus respectivos repositorios:

- Identificación anónima del estudiante (*id*). Utilizado únicamente para diferenciar a los estudiantes.
- Número de operaciones Commit llevadas a cabo por el estudiante (*commits*).
- Número de días en los que hay, al menos, una operación Commit (*days*).
- Promedio de operaciones Commit por día (*commits/day*).
- Número de líneas de código añadidas durante el desarrollo de la práctica (*additions*).
- Número de líneas de código eliminadas durante el desarrollo de la práctica (*deletions*).
- En GitHub se llama Issue a los problemas detectados y documentados en un proyecto software para su posterior corrección. La variable *issues* representa el número de problemas abiertos por los estudiantes.
- La variable *closed* representa el número de problemas resueltos.

Además de los datos obtenidos de la plataforma GitHub Classroom, se tuvo en cuenta la calificación obtenida por los estudiantes en una prueba llevada a cabo para validar la autoría del código contenido en cada repositorio. Esta *prueba de autoría* nos permite verificar que los estudiantes han trabajado realmente en el código de sus repositorios. Esta prueba puede tener dos valores: “1” si el estudiante pasa la prueba; “0” si no.

La *prueba de autoría* es diferente a las variables anteriores ya que no se obtiene directamente de la interacción de los estudiantes con el VCS. En Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Matellán et al. (2018) se muestra que esta variable es la más discriminante, aunque en este trabajo de investigación pretendíamos evaluar también los resultados sin tener en consideración la *prueba de autoría* con el objetivo de asegurar la mejor generalización de los modelos obtenidos.

Se necesitó también una variable objetivo. En nuestro caso, se pretendía determinar si un estudiante finalizó la tarea práctica con éxito o no. Por tanto, en este caso, la variable objetivo es una variable binaria con dos posibles valores: “AP”, para aquellos estudiantes que finalizarán la práctica con éxito; y “SS”, para aquellos que no lo harán.

Los datos obtenidos de la asignatura ASO, en los que se incluyen las características mencionadas anteriormente, proceden de dos grupos de estudiantes. El primer grupo se compone de 46 estudiantes que trataron de realizar la práctica en el curso

2016-2017. Se trata de una muestra balanceada con 21 estudiantes etiquetados como “AP” y 25 estudiantes etiquetados como “SS”. Estos datos se utilizaron para entrenar y validar el modelo de predicción y nos referiremos a ellos como conjunto de datos de entrenamiento.

En el segundo grupo hay 40 estudiantes que trataron de realizar la práctica en el curso 2017-2018, con un total de “AP” y “SS”, de 21 y 19 respectivamente. Estos datos se utilizaron para evaluar la generalización el modelo de predicción y nos referiremos a ellos como conjunto de datos de test.

Diseño del modelo

Para conseguir el mejor modelo de predicción posible, se desarrolló la herramienta MoEv siguiendo el método propuesto en Guerrero-Higueras, DeCastro-García y Matellán (2018). Adicionalmente, se incluyó una fase previa al proceso de selección de variables. En el desarrollo de MoEv se utilizó la librería Scikit-learn (Pedregosa et al., 2011). La figura 1 muestra las distintas etapas de la ejecución de la herramienta.

Se parte de un conjunto de datos que contiene dos tipos diferentes de datos. Por un lado, se consideran variables que provienen directamente de la fuente de datos, e.g. un SIS o un LMS. A estos nos referiremos como datos en bruto. En concreto, las siguientes variables proceden directamente de datos en bruto: *id*, *commits*, *additions*, *deletions*, *issues* y *closed*.

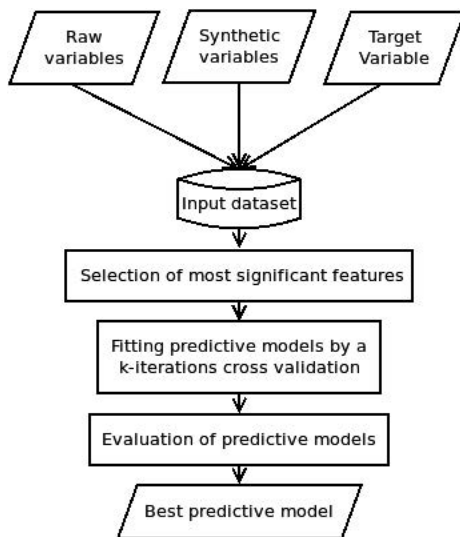
Por otro lado, se consideran variables que un investigador obtiene basándose en los datos en bruto, o que son ofrecidos por otras fuentes de datos como la observación o la actividad cara a cara. A éstos nos referiremos como datos sintéticos. En este caso, las siguientes variables se consideran sintéticas: *days*, *commits/day* y *prueba de autoría*.

Nos referiremos a estas variables en bruto y sintéticas como características (features). Además de estas características, es necesaria una variable objetivo (class) que nos permita entrenar y probar el modelo. Como se ha mencionado anteriormente, nuestra variable objetivo tiene dos posibles valores: “AP” y “SS”.

Como muestra la figura 1, una vez que se dispone del conjunto de datos de entrada, el siguiente paso consistía en determinar cuáles son las variables más significativas para obtener un modelo de clasificación basado en la variable objetivo. La selección de variables es un procedimiento por el cual se seleccionan las variables que más contribuyen a la clasificación o predicción. Realizando esta selección de variables previa a la definición del modelo, es posible conseguir una reducción del sobre-entrenamiento (overfitting), mejorar la exactitud y, obviamente, reducir el tiempo de entrenamiento. Hay varios tipos de métodos de selección de variables, entre otros: selección univariable, eliminación de variables recursivas o cálculo de la importancia mediante algoritmos de aprendizaje. En este caso, debido a la naturaleza del conjunto de datos y a que los datos no siguen una distribución normal,

se ha optado por los últimos. Los métodos por conjuntos (ensembles) son una buena opción porque nos permiten elegir el tipo de algoritmo que queremos utilizar.

Figura 1. Fases de MoEv



Los resultados obtenidos en un estudio preliminar (Guerrero-Higueras, Matellán-Olivera et al., 2018) muestran que los algoritmos basados en árboles obtienen un buen resultado procesando nuestro conjunto de datos. Siguiendo el mismo criterio, hemos seleccionado un árbol extremadamente aleatorio (Geurts, Ernst y Wehenkel, 2006) para realizar la selección de variables. Solamente se seleccionan las variables con una importancia superior a un determinado umbral. La importancia de las variables se calcula mediante el coeficiente Gini (G).

Una vez escogidas las variables más significativas, se aplican varios algoritmos con el fin de predecir la variable objetivo a partir de datos de entrada. Las técnicas de clasificación supervisada se pueden dividir en dos categorías diferentes: modelos paramétricos y no paramétricos. En el primer caso, se dispone de un número fijo y finito de parámetros según el mapa de clasificación. Estos algoritmos de aprendizaje automático pueden ser efectivos porque son sencillos y no necesitan muchos datos de entrenamiento para conseguir un buen rendimiento. Sin embargo, son adecuados únicamente para problemas específicos y pueden ser demasiado limitados en algunas situaciones. Por otro lado, en los algoritmos no paramétricos, el número de parámetros no es conocido y pueden crecer dependiendo del conjunto de datos de entrenamiento. Estos modelos son más flexibles y potentes, pero necesitan más datos de entrenamiento y existe un mayor riesgo de sobre-entrenamiento. Dado

que el objetivo del diseño es obtener una herramienta de propósito general, hemos incluido los dos tipos de algoritmos con el objetivo de encajar en la mayor cantidad de situaciones educativas posibles.

Específicamente, MoEv trabaja con los siguientes algoritmos de clasificación y predicción que, *a priori*, son los más prometedores:

- Adaptive Boosting (AB). Los métodos de conjunto combinan diferentes clasificadores básicos convirtiendo el proceso de aprendizaje en un método más preciso. AB es uno de los métodos de conjunto más populares.
- Árboles de clasificación y regresión (CART, por sus siglas en inglés). Un árbol de decisión es un método que predice la etiqueta asociada a un elemento recorriendo un árbol desde el nodo raíz hasta una hoja (Hastie, Tibshirani y Friedman, 2009). Es un método no paramétrico en el que los árboles crecen desde arriba hacia abajo en un proceso iterativo.
- K-Nearest Neighbors (KNN). Aunque el concepto de los k vecinos más cercanos es el fundamento de muchos métodos de aprendizaje, en su mayoría no supervisado, también permite la clasificación supervisada con variables objetivo. Es una técnica no paramétrica que clasifica nuevas observaciones en base a la distancia con la observación en el conjunto de entrenamiento (Devroye, Györfi y Lugosi, 2013; Duda, Hart y Stork, 2012).
- Análisis discriminante lineal (LDA, por sus siglas en inglés). Método paramétrico que asume que la distribución de los datos es gaussiana multivariante (Duda et al., 2012). LDA asume el conocimiento de parámetros de población o, en caso contrario, se puede utilizar la estimación de máxima verosimilitud. LDA utiliza la aproximación Bayesiana para seleccionar la categoría que maximiza la probabilidad condicional (Bishop, 2006; Koller y Friedman, 2009; Murphy, 2012).
- Regresión logística (LR, por sus siglas en inglés). Los métodos lineales se suelen utilizar en regresiones en las que se espera que el valor objetivo sea una combinación lineal de las variables de entrada. LR, a pesar de su nombre, es un modelo lineal de clasificación y no de regresión. En este modelo, las probabilidades que describen un posible resultado son modeladas utilizando una función logística.
- Perceptrón multicapa (MLP, por sus siglas en inglés). Una red neuronal artificial es un modelo inspirado en la estructura del cerebro humano. Las redes neuronales se utilizan cuando no se conocen el tipo de relaciones entre las entradas y las salidas. La red se organiza en capas (una capa de entrada, una capa de salida, y una o varias capas ocultas). Cada capa consta de una serie de nodos que se organizan en un grafo dirigido en el que cada capa está completamente conectada con la siguiente. Es una modificación del Perceptrón lineal estándar y su mejor característica es que es capaz de distinguir datos que no se pueden

separar linealmente. Una MLP utiliza propagación hacia atrás para entrenar la red (Rumelhart, Hinton y Williams, 1985; Cybenko, 1989).

- Naive Bayes (NB). Este método se basa en aplicar el teorema de Bayes con la suposición ingenua (naive) de independencia entre cada par de características (Zhang, 2004; Duda et al., 2012).
- Árboles de Decisión Aleatorios (RF, por sus siglas en inglés). Este clasificador consiste en una colección de árboles de decisión en la que cada árbol se construye aplicando un algoritmo al conjunto de entrenamiento y un vector aleatorio adicional que se remuestrea utilizando Bootstrapping (Breiman, 2001).

Para el ajuste de los modelos anteriores con el conjunto de datos de entrada, MoEv realiza una validación cruzada con k iteraciones. Tras obtener varios modelos utilizando los algoritmos anteriores, se evaluaron para seleccionar el mejor que se adapta al problema. Para realizar esta tarea, se calcularon algunos indicadores de rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés). Uno de ellos es la exactitud (accuracy). La exactitud se calcula como se muestra en la ecuación 1, donde $\sum T_p$ es el número de verdaderos positivos, y $\sum T_n$ es el número de verdaderos negativos.

$$accuracy = \frac{\sum T_p + \sum T_n}{\sum \text{datos totales}} \quad (1)$$

Los tres modelos con exactitud mayor son preseleccionados para una evaluación en profundidad considerando los siguientes KPIs adicionales: precisión, exhaustividad (Recall) y F_1 -score; todos los cuales se obtienen a través de la matriz de confusión.

La precisión (P) se calcula como se muestra en la ecuación 2, en la cual $\sum F_p$ es el número de falsos positivos.

$$P = \frac{\sum T_p}{\sum T_p + \sum F_p} \quad (2)$$

La exhaustividad o Recall (R) se calcula como muestra la ecuación 3, en la cual $\sum F_n$ es el número de falsos negativos.

$$R = \frac{\sum T_p}{\sum T_p + \sum F_n} \quad (3)$$

Estas dos cifras están relacionadas con el F_1 -score, el cual se define como la media armónica de la precisión y la exhaustividad, tal y como se muestra en la ecuación 4.

$$F_1 = 2 \frac{P \times R}{P + R} \quad (4)$$

RESULTADOS

La figura 2 muestra la importancia (peso) de las variables de entrada calculada con el coeficiente Gini tal y como se muestra en Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Matellán et al. (2018). Se descartaron las variables con un bajo coeficiente de Gini ($G \leq 0.1$). En concreto, las variables seleccionadas fueron las siguientes: *prueba de autoría* ($G = 0.21$), *commits* ($G = 0.16$), *commits/day* ($G = 0.14$), *additions* ($G = 0.14$) y *days* ($G = 0.13$).

Como se ha mencionado anteriormente, la *prueba de autoría* es la variable más significativa. En base a esto, la tabla 1 muestra la exactitud (accuracy) utilizando los conjuntos de datos de entrenamiento y test, calculados por la herramienta MoEv en una ejecución con 10 iteraciones. Debido a que la generalización del modelo es esencial, los modelos se han ordenado en base a su accuracy con el conjunto de datos de test. Las puntuaciones más altas con el conjunto de datos de test están remarcadas en negrita.

Figura 2. Importancia de características según se muestra en (Agudo-Peregrina et al., 2014)

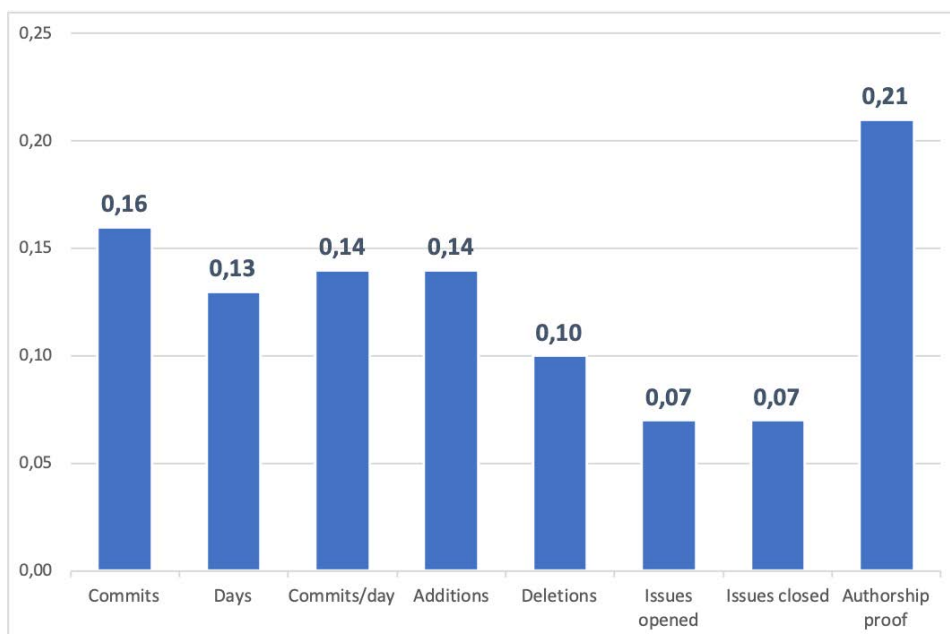


Tabla 1. Clasificación basada en la exactitud (accuracy) como se muestra en [4]

	NB	RF	LDA	MLP	CART	AB	LR	KNN
Accuracy score (entrenamiento)	0.8	0.8	0.8	0.5	0.4	0.4	0.7	0.6
Accuracy score (test)	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5

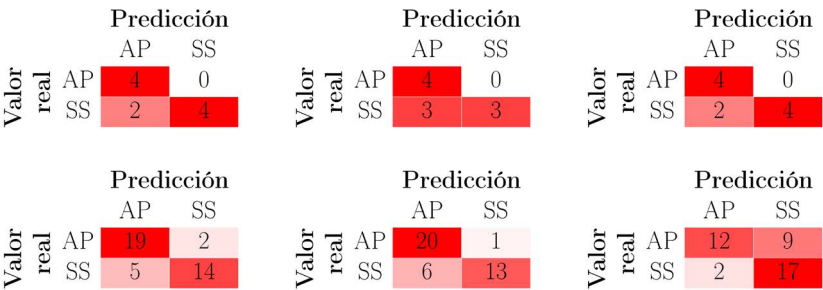
La tabla 2 muestra también la exactitud (accuracy) con los conjuntos de datos de entrenamiento y de test calculada de la misma manera, pero, en este caso, sin tener en cuenta la *prueba de autoría*.

Tabla 2. Clasificación basada en la exactitud (accuracy) sin considerar la *prueba de autoría*

	RF	MLP	LDA	CART	NB	KNN	AB	LR
Accuracy score (entrenamiento)	0.7	0.4	0.6	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6
Accuracy score (test)	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4

La figura 3, en su parte superior, muestra las matrices de confusión de los modelos resaltados en la tabla 1: NB, RF y LDA; utilizando el conjunto de datos de entrenamiento. En su parte inferior, muestra los mismos datos utilizando el conjunto de datos de test.

Figura 3. Arriba: matriz de confusión de los modelos NB (izquierda), RF (centro) y LDA (derecha) evaluados utilizando el conjunto de datos de entrenamiento. Abajo: mismos datos utilizando el conjunto de datos de test



La tabla 3 muestra la precisión (P), la exhaustividad o Recall (R) y F_1 -score con el conjunto de datos de entrenamiento, también para los modelos resaltados en la tabla 1.

Tabla 3. Precisión (P), Recall (R) y F_1 -score con el conjunto de datos de entrenamiento

Modelo	NB			RF			LDA		
Clase	AP	SS	media	AP	SS	media	AP	SS	media
P	0.67	1.00	0.87	0.67	1.00	0.87	0.67	1.00	0.87
R	1.00	0.67	0.80	1.00	0.67	0.80	1.00	0.67	0.80
F_1 -score	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Muestras	4	6	10	4	6	10	4	6	10

La tabla 4 muestra la precisión (P), la exhaustividad o Recall (R) y F_1 -score con el conjunto de datos de test, también para los modelos resaltados en la tabla 1.

Tabla 4. Precisión (P), Recall (R) y F_1 -score con el conjunto de datos de test

Modelo	NB			RF			LDA		
Clase	AP	SS	media	AP	SS	media	AP	SS	media
P	0.79	0.88	0.83	0.76	0.87	0.81	0.86	0.65	0.76
R	0.90	0.74	0.82	0.90	0.68	0.80	0.57	0.89	0.72
F_1 -score	0.84	0.80	0.82	0.83	0.76	0.80	0.69	0.76	0.72
Muestras	21	19	40	21	19	40	21	19	40

La figura 4, en su parte superior, muestra las matrices de confusión de los modelos resaltados en la tabla 2: RF, MLP y LDA; utilizando el conjunto de datos de entrenamiento sin tener en cuenta la *prueba de autoría*. En su parte inferior, muestra los mismos datos utilizando el conjunto de datos de test.

Figura 4. Arriba: matriz de confusión de los modelos RF (izquierda), MLP (centro) y LDA (derecha) evaluados utilizando el conjunto de datos de entrenamiento sin tener en cuenta la *prueba de autoría*. Abajo: mismos datos utilizando el conjunto de datos de test

		Predicción				Predicción				Predicción					
		AP	SS			AP	SS			AP	SS				
Valor real	AP	3	1	Valor real	AP	4	0	Valor real	AP	4	0	Valor real	AP	7	14
	SS	2	4		SS	6	0		SS	4	2		SS	2	17

		Predicción				Predicción				Predicción					
		AP	SS			AP	SS			AP	SS				
Valor real	AP	13	8	Valor real	AP	21	0	Valor real	AP	7	14	Valor real	AP	7	14
	SS	5	14		SS	14	5		SS	2	17		SS	2	17

La tabla 5 muestra la precisión, la exhaustividad o Recall y F_1 -score con el conjunto de datos de entrenamiento, también para los modelos seleccionados en la tabla 2, sin tener en cuenta la *prueba de autoría*. La tabla 6 muestra la precisión, la exhaustividad o Recall y F_1 -score utilizando el conjunto de datos de test para los modelos resaltados en la tabla 2, sin tener en cuenta la *prueba de autoría*.

Tabla 5. Precisión (P), exhaustividad o Recall (R) y F_1 -score con el conjunto de datos de entrenamiento sin tener en cuenta la *prueba de autoría*

Modelo	RF			MLP			LDA		
Clase	AP	SS	media	AP	SS	media	AP	SS	media
P	0.60	0.80	0.72	0.40	0.00	0.16	0.50	1.00	0.80
R	0.75	0.77	0.70	1.00	0.00	0.40	1.00	0.33	0.60
F_1 -score	0.67	0.73	0.70	0.57	0.00	0.23	0.67	0.50	0.57
Muestras	4	6	10	4	6	10	4	6	10

Tabla 6. Precisión (P), exhaustividad o Recall (R) y F_1 -score con el conjunto de datos de test sin tener en cuenta la *prueba de autoría*

Modelo	RF			MLP			LDA		
Clase	AP	SS	media	AP	SS	media	AP	SS	media
P	0.72	0.64	0.68	0.60	1.00	0.79	0.78	0.55	0.67
R	0.62	0.74	0.68	1.00	0.26	0.65	0.33	0.89	0.60
F_1 -score	0.67	0.68	0.67	0.75	0.42	0.57	0.47	0.68	0.57
Muestras	21	19	40	21	19	40	21	19	40

DISCUSIÓN

La figura 2 muestra el peso de cada una de las variables seleccionadas. Según la figura, la *prueba de autoría* es la variable más discriminante. Esta prueba permite evaluar el conocimiento que tienen los estudiantes sobre el contenido de sus repositorios. La prueba es importante para verificar que son los propios estudiantes, y nadie más, quienes han trabajado en el repositorio. Por otro lado, es lógico que el hecho de demostrar conocimiento sobre el contenido en sus repositorios tenga un peso importante a la hora de predecir el éxito académico.

En lo que respecta a las otras variables, *commits*, *additions*, *days* y *commits/day* son las más discriminantes ($G > 0.1$). Todas ellas son resultado de la interacción de

los estudiantes con el VCS, de tal manera que podemos asegurar que la interacción estudiante-VCS está relacionada con el resultado académico. Por otro lado, no existen grandes diferencias entre estas características, por lo que su peso puede cambiar con un conjunto de datos diferente.

La tabla 1 muestra la exactitud calculada por MoEv para los algoritmos descritos anteriormente. Los tres modelos con puntuaciones más altas en el conjunto de datos de test son los que *a priori* presentan una mejor generalización. En concreto, NB, RF y LDA presentan la exactitud más alta para el conjunto de datos de test. Son también los modelos que presentan una exactitud mayor para el conjunto de datos de entrenamiento. Esto puede ser un indicador de que ambos conjuntos de datos son similares. Sin embargo, para asegurarlo necesitamos verificar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos conjuntos de datos. Un análisis similar se ha llevado a cabo en Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Rodríguez-Lera y Matellán (2017).

Con los tres modelos anteriores, NB, RF y LDA, se realiza un análisis en profundidad con la información que aportan sus respectivas matrices de confusión para asegurar que generalizan de manera óptima. A este respecto, un elemento importante que debe analizarse es la sensibilidad del modelo para detectar un resultado positivo: por ejemplo, la relación de verdaderos positivos que el modelo clasifica de forma incorrecta. La figura 3, y las tablas 3 y 4 muestran que el modelo NB tiene mejores valores de precisión (P), Recall (R) y F_1 -score que los modelos RF y LDA, tanto si consideramos el conjunto de datos de entrenamiento, como el de test.

La tabla 2 muestra la exactitud sin tener en cuenta la *prueba de autoría*. Al igual que en el análisis previo, los modelos con mayor puntuación para el conjunto de datos de test son pre-seleccionados para un análisis en profundidad que asegure una generalización óptima. RF, MLP y LDA tienen mayor exactitud si consideramos el conjunto de datos de test. Estos modelos no son los que obtienen la exactitud más alta para el conjunto de datos de entrenamiento. Con estos tres modelos, se realiza un análisis en profundidad a partir de sus matrices de confusión. La figura 4 así como las tablas 5 y 6 muestran que el modelo RF tiene mejores valores de precisión (P), Recall (R) y F_1 -score que los modelos MLP y LDA, tanto si consideramos el conjunto de datos de entrenamiento, como el de test.

CONCLUSIONES

Entre las contribuciones principales del trabajo descrito en este artículo, está la propia herramienta MoEv. Permite definir modelos de predicción para diferentes casuísticas llevando a cabo una selección de características como paso previo a la validación cruzada de diferentes algoritmos de clasificación y predicción con el objetivo de seleccionar el que mejor se adapta a unas circunstancias determinadas. En concreto, en este trabajo la herramienta se ha utilizado para diseñar un modelo

generalizable que permita predecir el éxito académico monitorizando la actividad de los estudiantes en un VCS.

El artículo plantea también dos preguntas de investigación: *¿Hay características que podamos extraer de la interacción de los estudiantes con VCSs que estén relacionadas con el éxito académico?* y, en segundo lugar, *¿Podemos construir un modelo que permita predecir el éxito de los estudiantes en una tarea práctica, monitorizando su uso de un VCS?*

Con respecto a la primera pregunta, el análisis de las variables en los datos de entrada permite determinar cuáles son las más relevantes. Esto permite identificar aquellas que tienen un mayor peso en el modelo. Este es el primer paso para obtener un modelo de clasificación que permita predecir el éxito académico de los estudiantes. Los resultados muestran que algunas variables relacionadas con la interacción de los estudiantes con el VCS son discriminantes. Sin embargo, incluir variables adicionales, como la *prueba de autoría*, aumenta la precisión del modelo.

En lo que respecta a la segunda pregunta, la herramienta MoEv nos ha permitido obtener un modelo de predicción evaluando varios clasificadores. Existe trabajo por hacer en lo relativo al ajuste de los hiper-parámetros para la optimización del modelo seleccionado, pero los resultados son lo suficientemente buenos como para afirmar que podemos predecir el resultado de los estudiantes en una tarea práctica con un alto porcentaje de acierto.

Las líneas futuras de investigación deben afrontar la mejora de la precisión. Para conseguirla, además del ajuste de los hiper-parámetros, sería deseable incrementar el conjunto de datos destinados al entrenamiento de los modelos. Una primera aproximación puede llevarse a cabo combinando los conjuntos de datos de entrenamiento y test. Para ello, es necesario realizar un análisis previo de ambos conjuntos de datos para asegurar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos.

REFERENCIAS

- Agudo-Peregrina, Á. F., Iglesias-Pradas, S., Conde-González, M. Á., y Hernández-García, Á. (2014). Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning. *Computers in Human Behavior*, 31(0), 542-550. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.031>
- Barber, R., y Sharkey, M. (2012). *Course correction: using analytics to predict course success*. Vancouver, British Columbia, Canada: Association for Computing Machinery.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern recognition and machine learning*. Springer.
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45(1), 5-32.
- Corbet, J., Rubini, A., y Kroah-Hartman, G. (2005). *Linux Device Drivers: Where the Kernel Meets the Hardware*: "O'Reilly Media, Inc."
- Cybenko, G. (1989). Approximation by superpositions of a sigmoidal function.

- Mathematics of control, signals and systems*, 2(4), 303-314.
- De Alwis, B., y Sillito, J. (2009). *Why are software projects moving from centralized to decentralized version control systems?* Paper presented at the Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on cooperative and human aspects on software engineering.
- Devroye, L., Györfi, L., y Lugosi, G. (2013). *A probabilistic theory of pattern recognition* (Vol. 31): Springer Science & Business Media.
- Duda, R. O., Hart, P. E., y Stork, D. G. (2012). *Pattern classification*: John Wiley & Sons.
- Fischer, M., Pinzger, M., y Gall, H. (2003). *Populating a Release History Database from Version Control and Bug Tracking Systems*. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Software Maintenance.
- Gašević, D., Dawson, S., Rogers, T., y Gasevic, D. (2016). Learning analytics should not promote one size fits all: The effects of instructional conditions in predicting academic success. *The Internet and Higher Education*, 28, 68-84. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.10.002>
- Geurts, P., Ernst, D., y Wehenkel, L. (2006). Extremely randomized trees. *Machine learning*, 63(1), 3-42.
- Griffin, T., y Seals, S. (2013). *GitHub in the classroom: not just for group projects* (Vol. 28): Consortium for Computing Sciences in Colleges.
- Guerrero-Higueras, Á. M., DeCastro-García, N., y Matellán, V. (2018). Detection of Cyber-attacks to indoor real time localization systems for autonomous robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 99, 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2017.10.006>
- Guerrero-Higueras, Á. M., DeCastro-García, N., Matellán, V., y Conde, M. Á. (2018). *Predictive models of academic success: a case study with version control systems*. Salamanca, Spain: Association for Computing Machinery.
- Guerrero-Higueras, Á. M., DeCastro-García, N., Rodríguez-Lera, F. J., y Matellán, V. (2017). Empirical analysis of cyber-attacks to an indoor real time localization system for autonomous robots. *Computers & Security*, 70, 422-435.
- Guerrero-Higueras, Á. M., Matellán-Olivera, V., Costales, G. E., Fernández-Llamas, C., Rodríguez-Sedano, F. J., y Conde, M. Á. (2018). Model for Evaluating Student Performance Through Their Interaction With Version Control Systems. *Paper presented at the Proceedings of the Learning Analytics Summer Institute Spain 2018*. León, Spain.
- Guerrero-Higueras Ángel, M., DeCastro-García, N., Rodríguez-Lera, Francisco, J., Matellán, V., y Conde Miguel, Á. (2019). *Predicting academic success through students' interaction with Version Control Systems*. *Open Computer Science*, 9(1), 243. <https://doi.org/10.1515/comp-2019-0012>
- Hastie, T., Tibshirani, R., y Friedman, J. (2009). *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction*: Springer Science & Business Media.
- Koller, D., y Friedman, N. (2009). *Probabilistic graphical models: principles and techniques*: MIT press.
- Kovacic, Z. (2012). Predicting student success by mining enrolment data. *Research in Higher Education Journal*, 15, 1-20.
- Murphy, K. P. (2012). *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*: MIT Press.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., . . . Dubourg, V. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of machine learning research*, 12(Oct), 2825-2830.
- Pilato, C. M., Collins-Sussman, B., y Fitzpatrick, B. W. (2008). *Version Control with Subversion: Next Generation Open*

- Source Version Control*: “O’Reilly Media, Inc.”.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., y Williams, R. J. (1985). *Learning internal representations by error propagation*. (No. ICS-8506). California Univ San Diego La Jolla Inst for Cognitive Science.
- Siemens, G., Dawson, S., y Lynch, G. (2013). *Improving the quality and productivity of the higher education sector. Policy and Strategy for Systems-Level Deployment of Learning Analytics*. Canberra, Australia: Society for Learning Analytics Research for the Australian Office for Learning and Teaching.
- Siemens, G., y Gasevic, D. (2012). Guest editorial-learning and knowledge analytics. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 1-2.
- Spinellis, D. (2005). Version control systems. *IEEE Software*, 22(5), 108-109.
- Torvalds, L., y Hamano, J. (2010). Git: Fast version control system. Recuperado de <http://git-scm.com>
- Zhang, H. (2004). The optimality of naive Bayes. *AA*, 1(2), 3.

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Alexis Gutiérrez Fernández. Obtuvo su Grado en Ingeniería Informática en el año 2016 y su Máster en Ingeniería Informática en el año 2018. Ahora se encuentra desarrollando su tesis doctoral contando con la ayuda de una beca FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. En su tesis trata de unir los sentidos de la vista y el tacto en una misma experiencia de realidad virtual utilizando para ello gafas de realidad virtual y dispositivos hápticos. ORCID: 0000-0002-3173-3720
E-mail: alexis.gutierrez@unileon.es

Ángel Manuel Guerrero Higuera. Ha trabajado como ayudante de investigación en el grupo de Física de la Atmósfera de 2011 a 2013, y en el Instituto de Ciencias Aplicadas a la Ciberseguridad de 2016 a 2018, ambos en la Universidad de León. Obtuvo su tesis doctoral en dicha universidad en el año 2017 y actualmente trabaja como profesor ayudante en la Universidad de León. Entre sus intereses investigadores se incluyen las arquitecturas software para robots, la ciberseguridad y los algoritmos de aprendizaje aplicados a la robótica. ORCID: 0000-0001-8277-0700
E-mail: am.guerrero@unileon.es

Camino Fernández Llamas. Ha coordinado y participado en una veintena de proyectos de investigación nacionales y europeos en sus veintitrés años de experiencia tras conseguir su grado en Ingeniería Informática, su máster en Ingeniería del Conocimiento y su tesis doctoral por la Universidad Politécnica de Madrid. Ha sido miembro de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) entre los años 2012 y 2014. ORCID: 0000-0002-8705-4786
E-mail: camino.fernandez@unileon.es

Miguel Ángel Conde González. Obtuvo su máster y su tesis doctoral en los años 2008 y 2012 respectivamente en la Universidad de Salamanca. En la actualidad es miembro del Grupo de Robótica de la Universidad de León y del grupo GRIAL de la Universidad de Salamanca. Cuenta con más de cien publicaciones en diferentes áreas como las de learning analytics, human-computer interaction, educational robotics, eLearning, service oriented architectures, mobile learning etc. ORCID: 0000-0001-5881-7775
E-mail: miguel.conde@unileon.es

Dirección:
Módulo de Investigación Cibernética (MIC)
Universidad de León
Campus de Vegazana, S/N, 24071
León (España)

Fecha de recepción del artículo: 00/00/2020
Fecha de aceptación del artículo: 00/00/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 00/00/2020

Predicción temprana de deserción mediante aprendizaje automático en cursos profesionales en línea

(Early dropout prediction via machine learning in
professional online courses)

Ignacio Urteaga

Laura Siri

Universidad Tecnológica Nacional / Universidad de Buenos Aires (Argentina)

Guillermo Garófalo

Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26356>

Cómo referenciar este artículo:

Urteaga, I., Siri, L., y Garófalo, G. (2020). Predicción temprana de deserción mediante aprendizaje automático en cursos profesionales en línea. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 147-167. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26356>

Resumen

A pesar de las ventajas del *e-learning*, esta modalidad de aprendizaje es proclive a la deserción. Estudios anteriores mostraron que se pueden aplicar técnicas de aprendizaje automático a los registros de interacciones entre estudiantes y la plataforma para predecir el abandono. En esa línea, este trabajo intenta encontrar modelos predictivos de deserción en cursos virtuales que duran entre seis y dieciséis semanas, utilizando registros de Moodle correspondientes a las dos primeras. Se evaluó la sensibilidad, especificidad y precisión de los modelos, pero se priorizó más en qué medida dichos modelos facilitaban evitar la deserción mediante acciones de retención efectivas en costo. Específicamente, se usaron datos de varias cohortes de cuatro cursos de temáticas y duraciones distintas, dictados por la Secretaría de Extensión de la Universidad Tecnológica Nacional de la República Argentina, Regional Buenos Aires, entre febrero de 2018 y octubre de 2019. Se usaron distintos algoritmos para generar modelos predictivos y optimizarlos hacia la mitigación de la pérdida económica causada por la deserción. Se analizó si alguno en particular generaba los mejores modelos para todos los cursos. Se estudió si convenía construir modelos separados por curso o bien uno para todo el conjunto de los datos de los cuatro cursos. Como conclusión, se encontró que sí es posible construir modelos predictivos exitosos y que el algoritmo que produjo los mejores modelos

fue una red neuronal en tres de los cuatro cursos. Asimismo, resultó mejor el modelo que ajustó cada uno por separado.

Palabras clave: enseñanza a distancia; abandono de estudios; aprendizaje automático; predicción; modelos matemáticos; algoritmos.

Abstract

Despite the advantages of e-learning, this way of learning is prone to dropping out. Previous studies show that machine-learning techniques can be applied to records of interactions between students and the platform to predict abandonment. In this line, this work tries to find predictive dropout models in virtual courses that last between six and sixteen weeks, using Moodle logs from the first two. Models' sensitivity, specificity and precision were evaluated, but priority was given to the extent to which these models made it easier to avoid attrition through cost-effective retention actions. Specifically, data from several cohorts of four courses with different themes and durations were used. All four dictated by the Secretariat of Extension of the National Technological University of the Argentine Republic, Regional Buenos Aires between February 2018 and October 2019. Different algorithms were used to generate predictive models and optimize them in order to mitigate the economic losses caused by attrition. It was analyzed if any one in particular generated the best models for all courses. It was studied whether it was convenient to build separate models per course or one for the entire data set of the four courses. It was found that it is possible to build successful predictive models and that the algorithm that produced the best models was a neural network in three of the four courses. The model that fit each one separately turned out better.

Keywords: distance study; dropout; machine learning; forecasting; mathematical models; algorithms.

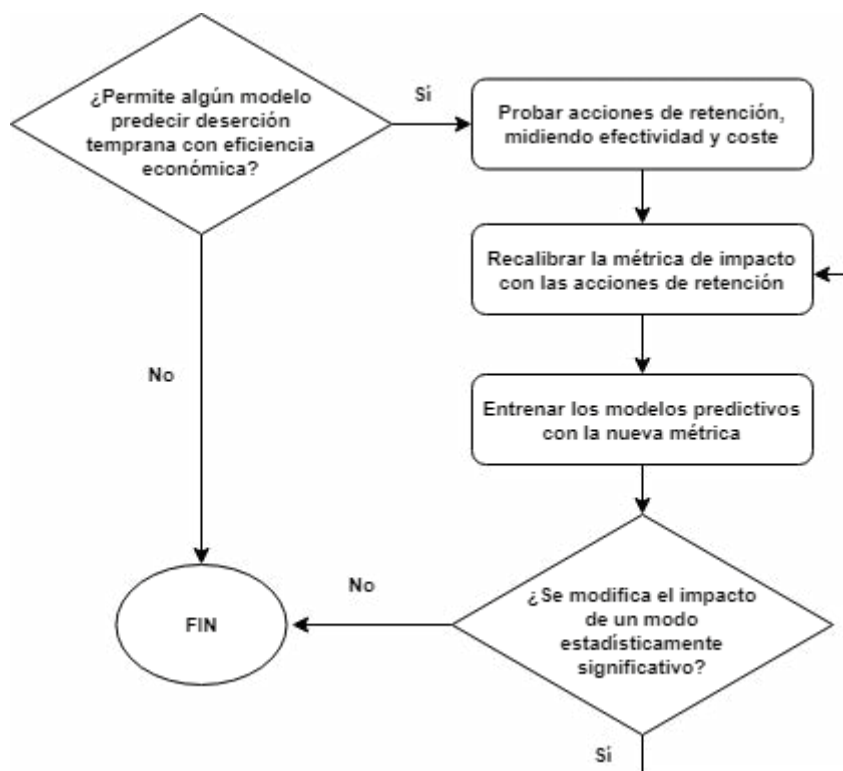
La educación a distancia basada en soportes digitales, o *e-learning*, ofrece múltiples ventajas, por ejemplo, ahorro en tiempo y costos de desplazamiento y flexibilidad horaria. Estos atractivos son especialmente relevantes para profesionales graduados que trabajan o tienen obligaciones familiares y aun así desean perfeccionarse. Sin embargo, muchos comienzan sus estudios bajo esta modalidad y abandonan en el camino. En el caso de posgrados o capacitaciones profesionales de pago, este abandono implica perder dinero invertido.

Según una revisión de Kara, Erdoğan, Kokoç y Cagiltay (2019), en el caso de los adultos matriculados en cursos *online* los motivos de abandono son internos, externos y relacionados con el programa educativo. Además, dependen de características individuales como la edad, el género, los conocimientos, las habilidades y el contexto. Sin duda, es importante conocer qué factores de los anteriormente mencionados inciden en la deserción y en qué grado, pero no siempre la institución puede rastrearlos. En todo caso, si ya desertaron, es tarde para hacer algo al respecto. Además, en el caso de cursos de pocas semanas, son factores en los que difícilmente

haya tiempo de intervenir (Baker, Lindrum, Lindrum y Perkowski, 2015). Por lo tanto, es útil intentar predecir el abandono antes de que ocurra y aplicar acciones retentivas. Pero, si el ejercicio de dichas acciones retentivas no fuera efectivo en costo para la institución, aplicarlas podría ser antieconómico y, por lo tanto, la predicción algorítmica de posibles desertores no serviría mucho, por más sensible, específico o preciso que fuera un modelo.

Nuestro trabajo apunta, justamente, a encontrar mediante algoritmos de aprendizaje automático el mejor modelo en términos de eficacia en costos para predecir tempranamente deserción en ciertos cursos universitarios breves en línea y de pago, con el fin de guiar futuras acciones retentivas y minimizar así el impacto económico del abandono. La intención no fue trabajar sobre las causas del problema y asumimos que probablemente sean similares a las reseñadas por Kara et al. (2019), entre otros. El desafío fue, más bien, encontrar un modo de predecir lo antes posible quiénes serán desertores en un contexto en el cual no hay tiempo o medios de conocer sus motivos y donde la principal fuente de datos consiste en las interacciones de los estudiantes con la plataforma virtual. Lo ideal sería que los docentes no utilicen tiempo (que tiene un costo) para ejercer este tipo de acciones con quienes no van a desertar y que sí lo hagan con los que estén en riesgo. Por eso, para medir la efectividad de la predicción, priorizamos hacerlo en términos del beneficio económico de cada deserción evitada y del costo de cada acción de retención realizada. Denominamos impacto a la métrica así generada. El alcance de este artículo es responder la pregunta inicial del programa recursivo ilustrado en la figura 1, teniendo en mente que la ejecución iterada de las acciones de dicho programa, a su vez, conducirá a optimizar la respuesta.

Figura 1. Programa recursivo



En síntesis, nuestros objetivos fueron:

1. Verificar si es posible predecir deserción solamente con los datos de las interacciones entre estudiantes y la plataforma en las dos primeras semanas de un curso.
2. Ver qué algoritmo produce los mejores modelos predictivos en términos de la métrica de impacto.
3. Comparar las ventajas de ajustar un solo modelo predictivo conjunto para todos los cursos que formaron nuestro corpus de prueba o hacerlo con cada uno por separado.

El análisis se realizó con los datos de cuatro programas de formación profesional dictados por el Centro de E-Learning de la Secretaría de Extensión Universitaria de la Universidad Tecnológica Nacional de la República Argentina, Facultad Regional Buenos Aires (UTN.BA), entre febrero de 2018 y octubre de 2019 en su

campus virtual basado en Moodle. Cada uno de esos cursos fue repetido en varias ocasiones, con el mismo temario, y se distinguen por un número de versión. En total, se consideraron cuatro versiones de la Diplomatura en Business Intelligence (DBI), cinco de la Diplomatura en bases de datos (DBD), cinco del Posgrado en Gestión de Proyectos (PGP) y cuatro del curso Data Scientist con R (R). Ninguno de estos cursos dura menos de seis semanas ni más de dieciséis.

A continuación, se reseñan investigaciones recientes acerca de la factibilidad de predecir deserción en *e-learning* utilizando únicamente los registros de interacciones entre estudiantes y la plataforma. Luego se sintetizan las características de la enseñanza virtual en la UTN.BA y, específicamente, para sus programas de Extensión Universitaria. En la sección Materiales y Métodos se detallan las métricas utilizadas para evaluar la capacidad predictiva de los modelos generados con cada uno de los algoritmos elegidos. En particular, se presenta la métrica de impacto y se explica por qué se consideró oportuno añadirla a otras más usuales, como sensibilidad-especificidad y precisión. En la sección de Resultados se muestran los valores de impacto, sensibilidad-especificidad y precisión de los mejores modelos obtenidos para los distintos algoritmos, donde se destacan los generados por redes neuronales. Finalmente, en la sección de Discusión y Conclusiones, se interpretan dichos valores y se postulan líneas de trabajo futuro para ajustar y generalizar aún mejor los hallazgos obtenidos en la presente investigación. Como allí se detalla, el algoritmo que produjo los mejores modelos de los utilizados fue una red neuronal de tipo perceptrón multicapa en tres de los cuatro cursos y resultó mejor el modelo que ajustó cada uno por separado que el que intentó hacerlo sobre todos en conjunto.

Antecedentes

En general, puede decirse que es necesario prevenir la deserción para que la educación, tanto *online* como presencial, alcance su potencial. Es decir, frenarla antes de que se produzca y determinar cuanto antes qué tipo de ayuda necesita el estudiante para persistir (Tinto, 2017). Por otra parte, las tasas de abandono y procrastinación son mayores en los cursos *online* que en los presenciales (Baker et al., 2015). Por eso, predecir deserción estudiantil en enseñanza a distancia en plataformas virtuales es una de las mayores preocupaciones de la Educational Data Mining (EDM) o Minería de Datos Educativo (García Saiz, 2016). Esta área de estudios analiza datos generados en la gestión educativa para crear modelos predictivos basados en diversos algoritmos matemáticos, aunque no necesariamente optimizados con base en los aspectos económicos que nuestro trabajo ha elegido enfatizar.

En una plataforma Moodle, por ejemplo, queda registrada cada interacción de los estudiantes con el sistema, algo que no tiene un correlato en la educación presencial y que puede aprovecharse para predecir y prevenir deserción. Esos datos se generan a lo largo de cada cursada, desde la matriculación hasta la aprobación, y son accesibles tanto para los sectores administrativos como para el equipo docente.

Con un adecuado procesamiento, pueden brindar no solamente conocimiento accionable para mejorar un curso en marcha, sino para futuras cursadas (Casey y Azcona, 2017).

Un aporte reciente en este sentido es el de Evangelista (2019), el cual usa datos históricos de cursos en Moodle para desarrollar modelos que predicen deserción. Esta investigación considera atributos como tiempo de visionado de materiales, vista de recursos, exámenes realizados, respuestas en foros de discusión y vistas realizadas en fines de semana. Utiliza algoritmos como *J48*, *Random Forest*, *JRip* y *OneR* y encuentra que algunas interacciones, como actividades completadas, arrojan mayor valor predictivo que otras. Por otra parte, una revisión sistemática publicada por Félix, Ambrósio, Lima y Brancher (2018) cita numerosos artículos datados entre 2009 y 2016 que usan minería de datos para predecir no solamente deserción sino, en general, rendimiento, de estudiantes en plataformas Moodle, usando los registros del sistema. Previamente, Félix, Ambrósio, Neves, Siqueira y Brancher (2017), con una herramienta llamada Moodle Predicta, generaron reportes basados en el análisis predictivo de las interacciones con la plataforma y el algoritmo de clasificación “Bayes ingenuo”.

Otro estudio, de Buschetto Macarini, Cechinel, Batista Machado, Faria Culmant Ramos y Munoz (2019), comparó diferentes interacciones ocurridas en un *Learning Management System* (LMS), como Moodle, y las clasificó en cognitivas, sociales y docentes. Es decir, se usó el clásico esquema de Garrison, Anderson y Archer (1999). El objetivo fue analizar si el solo uso de registros de interacciones en una plataforma permitía predecir el fracaso estudiantil. Mediante diversos algoritmos, concluyeron que sí. Además, observaron que buena parte de los estudios existentes no detectaban estudiantes en riesgo sino hasta la mitad del curso y subrayaron que ellos pudieron hacerlo con base en las primeras ocho de un total de quince semanas. Logros análogos tuvieron Gray y Perkins (2019) en su estudio sobre predicción temprana de desempeño estudiantil en cursos virtuales usando aprendizaje automático y registros del LMS.

Por otra parte, Murray, Pérez, Geist y Hedrick (2013) mostraron que los estudiantes con mayores tasas de acceso a los materiales de un LMS obtenían mejores notas. Jokhan, Sharma y Singh (2019) utilizaron datos obtenidos de un curso semipresencial, mediante un *plugin* de captura en Moodle y un modelo de regresión. Concluyeron que el promedio de ingresos semanales al sistema y el de tareas completadas eran buenos predictores del desempeño general. Cohen (2017) también utilizó solamente registros de una plataforma y encontró que la actividad de los estudiantes podía ayudar a predecir a aquellos en riesgo. Usman, Salisu, Barroon y Yusuf (2019) analizaron interacciones con árboles de decisión, Bayes ingenuo y *k-nearest neighbors* (k-NN). Observaron que los primeros tenían en su caso mayor poder predictivo del desempeño. En cambio, Romero, Zafra, Luna y Ventura (2013) aplicaron 21 clasificadores a la actividad en Moodle de estudiantes de siete cursos para estudiar el rendimiento de distintas técnicas y concluyeron que no existe una mejor que el resto en todos los casos.

Estudios como los anteriormente mencionados muestran que se puede intentar predecir desempeño y, en particular, deserción aplicando algoritmos de aprendizaje automático al registro de las distintas interacciones con la plataforma virtual. Nuestro trabajo intenta, además, optimizar los modelos priorizando métricas de impacto económico del abandono.

En general, aunque parte de la bibliografía consultada menciona el efecto económico de desertar para los estudiantes, no encontramos en los análisis basados en algoritmos que pudimos rastrear una validación de su valor basada en métricas económicas específicas. Sin embargo, como en ciencia de datos ese enfoque forma parte habitual de los objetivos, nos pareció interesante aportar esa mirada, sin desconocer que los perjuicios de la deserción exceden este aspecto.

Contexto institucional

La Facultad Regional Buenos Aires (UTN.BA) es una de las 29 que conforman la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) en la Argentina. Dicta nueve carreras de ingeniería, tres licenciaturas, siete tecnicaturas y veinte carreras de posgrado. Asimismo, su Secretaría de Cultura y Extensión Universitaria (SCEU) brinda una amplia oferta de actividades de formación profesional extracurriculares. Las tecnicaturas (formaciones técnicas breves), diplomaturas y posgrados de la SCEU otorgan certificados de aprobación emitidos por la Universidad y, en general, son propuestas de pago destinadas a profesionales graduados de diversas carreras.

Los cursos que la SCEU brinda mediante su Centro de *e-learning* se dictan mediante una modalidad colaborativa, constructivista y dialógica en una plataforma Moodle. Eso implica, como indica la página web institucional, la implementación de contenidos teórico-prácticos digitalizados en línea, materiales de lectura asociados a dichos contenidos, foros temáticos proactivos de socialización y discusión, así como evaluaciones periódicas de los temas y contenidos.

Los cursos virtuales de la ACEU, en general, están organizados en módulos de como mínimo un mes. La modalidad es básicamente asincrónica pero al menos una clase por módulo se dicta en forma sincrónica. Esta no es de asistencia obligatoria y queda grabada para quienes deseen verla en otro momento. Otros espacios de comunicación son los foros. Tanto en ellos como en las clases sincrónicas, el diálogo entre docentes y estudiantes es real, aunque mediado, en términos de la categorización de García Aretio (2011). Hay también instancias de diálogo simulado como, por ejemplo, en ciertos videos introductorios. Asimismo, no existen instancias presenciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los conjuntos de datos usados en este trabajo provienen de cuatro cursos virtuales dictados por la SCEU UTN.BA durante 2018 y 2019. Se eligieron específicamente los

consignados en la tabla 1 por una cuestión de posibilidad institucional de acceso a la información. Sus duraciones son diferentes y atraen a personas de los más diversos orígenes profesionales. En conjunto, se registraron en la plataforma 591 individuos. Sin embargo, el total de matriculaciones en cursos por parte de estudiantes fue de 654, pues algunos estudiantes tomaron más de una de las capacitaciones consideradas en este trabajo. En esa cantidad de matriculaciones hubo 141 deserciones. En el caso de cursar más de uno, hay estudiantes que pudieron abandonar un curso y no otro.

Tabla 1. Cursos, participantes y desertores

Curso	Sigla	Perfil	Semanas	V	Matriculaciones	Deserciones	% Deserción
Diplomatura en Bases de Datos	DBD	Profesionales que quieran conocer fundamentos de Bases de Datos	12	1	40	1	2,5
				2	26	10	38,5
				3	28	9	32,1
				4	18	7	38,9
				5	30	8	26,7
Diplomatura en Inteligencia de Negocios	DBI	Profesionales que deseen usar datos para facilitar decisiones organizacionales	12	20	43	11	25,6
				21	44	14	31,8
				22	31	2	6,5
				23	33	8	24,2
				24	37	8	21,6
Posgrado en Gestión de Proyectos	PGP	Profesionales con título de grado que deseen conocer los principios del PMI	16	6	56	11	19,6
				7	45	10	22,2
				8	39	6	15,4
				9	73	17	23,3
Científico de Datos con R	R	Profesionales que quieran profundizar en R para Business Intelligence	6	11	23	0	0
				12	33	7	21,2
				13	27	9	33,3
				14	28	3	10,7

Fuente: Elaboración propia

Para considerar o no a alguien desertor, se eligieron los siguientes criterios:

- Quienes aprobaron el examen final en línea no fueron considerados desertores, sin importar su nivel previo de participación. Además, se les dio certificado de aprobación.

- Tampoco se consideró desertores a los que siguieron participando del curso sin presentar o sin aprobar el final. A estos, se les otorgó un certificado de participación, aunque no de aprobación.
- Quienes no aprobaron el final ni interactuaron con la plataforma en las últimas dos semanas de cursada sí se consideraron desertores y no se les dio ningún certificado, ya que ese es el tiempo que tenían para rendir dicho examen.

Nos enfocamos específicamente en ver si era posible hallar modelos algorítmicos para predecir si alguien se convertiría en desertor según los criterios arriba descritos en función de sus interacciones con la plataforma Moodle y evaluar la calidad de dichos modelos en términos de beneficio económico. Además, limitamos el análisis a los primeros 14 días porque, antes de dicho plazo, los estudiantes pueden pedir devolución del pago o cambio de curso. La idea era testear distintos algoritmos, ya que no se podía saber a priori cuál ajustaría mejor los datos.

En total, para los cuatro cursos y todas sus versiones, había en los registros de Moodle 314.783 interacciones. De esas, 8.754 se descartaron porque no figuraba información sobre el causante de la interacción. Quedaron entonces 306.029, de las cuales 291.132 correspondían a estudiantes. El resto eran de docentes y administrativos, por lo que no eran relevantes para este estudio. Estas interacciones de estudiantes con la plataforma fueron clasificadas en los 12 tipos consignados en la tabla 2.

Tabla 2. Tipos y cantidades de interacciones entre estudiantes y la plataforma Moodle

Interacción	Casos	Definición
Administrativa	354	Tarea de carácter administrativo, por ejemplo, cambio de clave
Búsqueda	65	Buscar algo dentro de la plataforma del curso
Clase	10.199	Asistir a una clase sincrónica o reproducirla grabada
Comentario	1.415	Explicaciones o comentarios presentados al adjuntar trabajos prácticos
Descarga	605	Descargar materiales del curso
Entrega	2.811	Subir trabajos prácticos para su evaluación
Examen	72.081	Realizar exámenes en línea
Foro	556	Suscribirse o desuscribirse a un foro no obligatorio
Grupo	136	Interactuar dentro del foro para estudiantes que forman un equipo dentro de un curso
Informe	3.881	Descargar un reporte de Moodle, por ejemplo calificaciones
Publicar	1.720	Hacer comentarios en algún foro
Vista	212.206	Leer online materiales del curso

Fuente: Elaboración propia

En realidad, en el Moodle de la UTN-BA, a cada interacción se le asigna en los registros un tipo entre 60 posibles para el paquete de cursos aquí considerados. Sin embargo, para los fines de este estudio, no tenía sentido considerar distintos a algunos de los mencionados tipos. Por ejemplo, figuran tipos como “Vista de la Unidad 1 del PGP6”, “Vista de la Unidad 3 de R11” o alusiones a un foro en particular. Al consolidar bajo una sola denominación (por ejemplo, “Vista” y “Foro”) y omitir referencias específicas, solo quedaron 12 tipos.

Para poder operar sobre el flujo continuo de interacciones con la plataforma a lo largo del tiempo, hacía falta dividirlo en intervalos discretos. Luego de probar varios, se verificó que dividir los primeros 14 días de cada cursada en siete períodos de dos días producía una mejor predicción. Denominamos “atributo”, para cada combinación de alumno y curso, a la cantidad de veces que se produjo una interacción de cada uno de los 12 tipos para cada estudiante y versión de cada curso en un período de dos días. Se generó para cada atributo un nombre compuesto por un prefijo con una letra y un número referentes al período y un sufijo que da cuenta del tipo correspondiente. Por ejemplo, el atributo “A2dasvista” refleja la cantidad de vistas que hizo un estudiante durante los primeros dos días del inicio del curso.

Se creó una tabla de atributos que describe la participación de cada estudiante en las dos primeras semanas de cursada, con un registro por participante, curso y versión. Cada registro contenía un identificador del participante, el curso, la versión, los valores de los atributos y si desertó o no¹.

El valor de algunos atributos resultó nulo para todos los estudiantes de todos los cursos, por lo que no aportaban valor predictivo y fueron descartados. Corresponden a situaciones inexistentes, como entregar un examen el primer día. Otros presentan valores pequeños que podrían considerarse estadísticamente no significativos y conducir a un sobreajuste. Para evitarlo, se dividieron los datos aleatoriamente en una parte para entrenar (70%) y otra para medir la bondad del ajuste (30%). Se consideró esta opción mejor que desechar los tipos de interacciones poco poblados, porque aún pequeñas cantidades de ciertas interacciones podrían tener valor predictivo y no se quería omitirlas a priori. Por ejemplo, podría ser que alguien nunca hubiera descargado materiales y, justo antes de desertar, hubiera decidido bajar todos para conservarlos.

Por otra parte, no tiene sentido para todo algoritmo hablar de la relevancia predictiva de cada atributo en particular. Por ejemplo, en una red neuronal multicapa no resulta evidente en qué medida los diferentes pesos de las diversas capas filtran el efecto de un atributo determinado sobre la predicción de deserción. Sin embargo, para un árbol de decisión se puede extraer sin dificultad la importancia relativa de los atributos para la predicción. Por ejemplo, si con los datos consignados en nuestra tabla de atributos entrenamos un árbol de decisión mediante el paquete R *rpart*, se puede estimar la relevancia predictiva de cada uno, como se enumera en la tabla 3.

Tabla 3. 10 atributos con mayor relevancia predictiva

Predictor	Importancia
A2dasvista	4,1
C6dasvista	3,0
F12dasclase	2,0
E10dasvista	2,0
B4dasvista	1,7
F12dasvista	1,6
D8dasvista	1,3
G14dasclase	1,3
D8dasexamen	1,1
B4dasclase	1,0

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se observa que los atributos más relevantes se refieren a vista de materiales y a participación en las clases sincrónicas, pero la cantidad de participaciones en clase representa solo un 3% de los eventos y, sin embargo, resulta relevante para la predicción. Este ejemplo muestra el sentido de evitar excluir los atributos con bajo conteo de eventos.

La definición de impacto

En estadística, se considera que una predicción es positiva cuando afirma que se encontrará el resultado que se desea identificar (en nuestro caso, la deserción). Pero esa predicción positiva podría ser verdadera o falsa, según se verifique o no en la realidad lo que dice. A la inversa, una predicción es negativa si sostiene que se producirá un resultado diferente (en nuestro caso, la permanencia en el curso). Y esa afirmación, igualmente, podría ser verdadera o falsa, según se verifique o no en los hechos posteriores. Estas cuatro situaciones se grafican en la tabla 4. Claramente, predicción positiva o negativa no equivale a deseable o indeseable, ya que la deserción no es deseable.

Tabla 4. Definición de falsos y verdaderos positivos o negativos

	El modelo predice deserción	El modelo NO predice deserción
El alumno deserta	Verdadero positivo (TP)	Falso negativo (FN)
El alumno NO deserta	Falso positivo (FP)	Verdadero negativo (TN)

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos de entrenamiento se construyeron los distintos modelos para cada algoritmo. Una vez obtenidos los modelos, se los aplicó al conjunto de datos de prueba, se contó la cantidad de FP, TP, FN y TN y se calcularon estas métricas tradicionales:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$\text{Especificidad} = \frac{TN}{TN + FP}$$

$$\text{Precisión} = \text{Valor Predictivo Positivo} = \frac{TP}{TP + FP}$$

Sin embargo, los FP, TP, FN y TN no tienen el mismo impacto en la institución y en los participantes. Era más eficiente, entonces, aquel algoritmo que predijese mejor el más grave de los cuatro.

A continuación, había que pensar en términos de qué criterio resultaba operativamente más conveniente medir dicha gravedad. Se decidió considerar peor aquella alternativa que generara mayor impacto desde el punto de vista económico. Por supuesto, sin desconocer que la deserción afecta negativamente también al estudiante a nivel psicológico, a la reputación de la universidad y a la comunidad que se pierde de contar con un profesional más preparado, entre otros perjuicios. Sin embargo, aunque estas variables pueden intentar medirse, son más subjetivas e intangibles que la cantidad de dinero invertido y perdido o la cantidad de dinero recuperado al evitar la deserción.

Se decidió estimar el valor de un modelo como el dinero recuperado por su aplicación sobre el total de la pérdida por deserciones que igual tendrían lugar si el modelo fuera perfecto, definido de la forma siguiente:

$$\text{Impacto} = \frac{\text{Dinero recuperado}}{\text{Pérdida por deserciones}}$$

Donde:

Dinero recuperado = *Precio* × *Retenciones exitosas* - *Costo de acciones de retención*

“Precio” se refiere al precio de cada curso, mientras que las “retenciones exitosas” son todos los verdaderos positivos, multiplicados por la tasa de éxito de las acciones de retención:

$$\text{Retenciones exitosas} = TP * \text{Tasa de éxito de las acciones de retención}$$

El costo de las acciones de retención es la cantidad de positivos que produce el modelo, multiplicada por el costo de cada acción de retención:

$$\text{Costo de las acciones de retención} = (TP + FP) * \text{costo de una acción de retención}$$

En un modelo perfecto, todos los casos de deserción serían identificados y así se podría ejercer sobre ellos acciones de retención. En nuestro modelo, esa cantidad de casos se reparte entre TP y FN. Por lo tanto, en el modelo perfecto:

$$\text{Pérdida MP} = (TP + FN) * (\text{Precio} * \text{tasa de retención} - \text{costo de retención})$$

“Pérdida MP” representa las pérdidas que de igual manera habría, aún con un modelo perfecto.

Si se reúnen todas estas ecuaciones, queda la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto} = \frac{TP \times vTP + FP \times vFP}{(TP + FN) \times vTP}$$

Donde:

$$vTP = \text{Precio} * \text{tasa de retención} - \text{costo de una acción de retención}$$

$$vFP = -\text{costo de una acción de retención}$$

Si bien los valores de los cursos han ido cambiando a lo largo del tiempo, sus precios relativos han permanecido más o menos constantes de acuerdo a lo indicado en la tabla 5. Las variaciones en la cantidad de inscriptos se deben a acciones diferentes del equipo comercial, a factores estacionales y a circunstancias singulares. Por ejemplo, el inicio del curso DBDv1 se postergó varios meses hasta reunir suficientes interesados.

Tabla 5. Precio de los distintos cursos

Curso	Precio
Diplomatura en Bases de Datos	AR\$12.000
Diplomatura en Inteligencia de Negocios	AR\$15.000
Posgrado en Gestión de Proyectos	AR\$30.000
Data Scientist con R	AR\$10.000

Fuente: Elaboración propia

Se podría objetar que no se cuenta en el presente con valores experimentales reales para la tasa de retención y el costo de la acción de retención. Por ello, se decidió partir de la efectividad y costo de acciones de retención ejecutadas en circunstancias similares del pasado, con la intención de recurrir a un proceso de aproximaciones sucesivas para ir ajustando modelos y acciones como el ilustrado en la figura 1.

Algoritmos y construcción de modelos

Existen múltiples algoritmos predictivos y es difícil saber a priori cuál presentará el mejor comportamiento para un problema concreto. En esta ocasión, se trabajó con los siguientes del paquete *CORELearn* (Robnik-Sikonja, Savicky y Robnik-Sikonja, 2018): *Random Forest*, *k-NN*, *Random Forest* con *k-NN* en las hojas con el modelo *rfNear* y *k-NN* con Bayes ingenuo. Se usó el paquete *rpart* con los métodos Anova, Class y Poisson para algoritmos de árboles de decisión (Therneau, Atkinson y Ripley, 2015). Se utilizó el paquete *NeuralNet* (Fritsch, Guenther y Guenther, 2019) con los modelos *rprop+* y *rprop-* para algoritmos de redes neuronales. En el caso de los árboles de decisión se varió sistemáticamente el parámetro de complejidad para buscar el máximo impacto.

Para las redes neuronales se utilizó un perceptrón multicapa con 10 neuronas ocultas en una única capa entre la de entrada y la de salida. Se buscó optimizar la respuesta variando el esquema de entrenamiento (*rprop+* y *rprop-*), así como la cantidad de neuronas en la capa oculta. Para explorar hasta qué punto las soluciones obtenidas eran estables y reproducibles, se ejecutaron cinco veces los correspondientes entrenamientos. Se calculó el impacto promedio sobre esas cinco corridas y su correspondiente desvío estándar. Como reflejo de la variación del desvío comparado con el promedio, se calculó la razón entre el desvío y el promedio y el desvío de los promedios calculados.

En vez de asumir las predicciones categoriales que algunos algoritmos producen, se tomó en todos los casos la respuesta continua, interpretada como una probabilidad, y se ajustó un umbral que optimizara el impacto. Para hacerlo, se tomó el intervalo entre la mínima y la máxima respuesta de cada modelo para todos los casos del conjunto de prueba y se partió en 100 pasos, en los cuales se colocó un umbral.

Todos los participantes para los cuales el modelo predijo una probabilidad de deserción mayor o igual al umbral fueron considerados posibles desertores. Todos aquellos cuya probabilidad de deserción quedó por debajo fueron considerados no necesitados de acciones de retención.

En principio, no se sabía cuál era el umbral que para un modelo dado brindara el mayor impacto. Pero si el umbral tiende al mínimo, la acción de retención debería ser aplicada sobre la totalidad de los participantes. Si tendiese al máximo, en cambio, no se la aplicaría a ninguno y se perderían los beneficios de retenerlos y de haber intentado predecir su deserción. Para buscar el umbral óptimo, entonces, se calculó el impacto de retención del modelo en pasos de un 1% desde la mínima respuesta continua hasta la máxima. Así se encontró en cada situación el umbral cuyo impacto fuera el mayor posible, se optimizó el resultado de cada modelo y se pudieron comparar los generados por los diferentes algoritmos.

RESULTADOS

Predicciones alcanzadas

Se presentan a continuación las mejores predicciones para cada curso en términos de sensibilidad-especificidad, precisión (también llamada valor predictivo positivo) e impacto.

Sensibilidad-Especificidad

Todos los mejores modelos de los cuatro cursos por separado presentaron una sensibilidad del 100%. Las especificidades fueron relativamente bajas: PGP, 26,7%; DBI, 41,9%; DBD, 27,6% y 64% para R. Esto se sigue de haber optimizado el impacto, dado que un falso positivo se consideró mucho menos gravoso que un falso negativo.

Podría parecer que una sensibilidad del 100% en todos los casos implica algún tipo de sesgo o proceso de selección de la información. Pero eso se debe a que el umbral que optimizaba el impacto sobre los conjuntos de entrenamiento fue lo suficientemente bajo como para garantizar la ausencia de falsos negativos sobre los conjuntos de prueba. Si no hay falsos negativos, la sensibilidad debe ser necesariamente del 100%. Esto se logró a costa de tener una muy baja precisión.

Precisión

La precisión medida para PGP fue de 27%. Para DBI se logró un 31%. Para DBD, fue de 28%. Para R, resultó de 25%.

Impacto

La métrica que llamamos impacto, considerada la más apropiada para decidir si el modelo predictivo agregaba valor, dio 97% para PGP; 94% para DBI; 92% para DBD y 88% para R.

Algoritmo óptimo por curso

Otra de las preguntas de investigación era si el mismo algoritmo servía para ajustar todos los cursos. Sin embargo, es interesante resaltar que, en tres de los cuatro, el mejor modelo se consiguió utilizando una red neuronal. Los mejores modelos hallados para cada curso se sintetizan en la tabla 6.

Tabla 6. Mejores modelos hallados para cada curso

Curso	Algoritmo con el que se entrenó el mejor modelo	Impacto (%)	Precisión (%)
DBI	k-NN	94	31
DBD	Redes Neuronales	92	28
PGP	Redes Neuronales	97	27
R	Redes Neuronales	88	25

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, la mejor red neuronal obtenida para DBI consiguió un impacto de 92% con una precisión de 25%, lo que quedó apenas debajo del mejor resultado encontrado, o sea, el correspondiente a k-NN.

En todos los casos, el desvío estándar dividido por el promedio del impacto en cada conjunto de cinco corridas idénticas fue menor al aumentar el número de neuronas ocultas, como se indica en la tabla 7.

Tabla 7. Variabilidad del Impacto vs. cantidad de neuronas en la capa oculta

Neuronas ocultas	Desvío / Promedio (%)	Promedio (%)
10	4	4
5	4	2
2	40	13
1	57	22

Fuente: Elaboración propia

Cabía preguntarse si incluir entre los predictores a las diferentes duraciones y precios hubiera podido mejorar el ajuste del modelo general y hacerlo superar a los modelos por curso. Para explorar esta posibilidad se recurrió al algoritmo *rpart* para conocer la importancia de los predictores después de incluir precio y duración. Se verificó que ni el precio ni la duración aparecían entre los 10 más importantes, y se deja para futuros trabajos explorar en mayor detalle esta posibilidad.

La variabilidad de los impactos fue pequeña para 5 y 10 neuronas ocultas y se incrementó con menos neuronas ocultas. Por otra parte, el impacto del modelo resultó dependiente de la cantidad de neuronas ocultas, como muestra la tabla 8.

Tabla 8. Impacto vs. cantidad de neuronas en la capa oculta

Neuronas ocultas	Impacto promedio (%)	Desvío estándar (%)
10	88	4
5	87	8
2	65	7
1	47	12

Fuente: Elaboración propia

Modelo general vs. modelos individuales

Para evaluar si el modelo general era mejor o peor que los individuales, se compararon con las tres métricas planteadas: sensibilidad-especificidad, precisión e impacto.

Sensibilidad-Especificidad

Todos los mejores modelos consiguieron para todos los cursos una sensibilidad del 100%. Consecuentemente, la comparación se apoyó en la especificidad. Por separado dio: PGP, 26,7; DBI, 41,9%; DBD, 27,6% y 64% para R. Al calcular especificidad con el modelo ajustado con todos los cursos, dio solo 18%. Por lo tanto, era el menos específico.

Precisión

La precisión o valor predictivo positivo, tampoco consiguió una ventaja decisiva para el ajuste en conjunto comparado con el de modelos separados para los distintos cursos. En DBI fue de 100% y en R, de 33%. Ambos obtuvieron valores mejores que la precisión correspondiente al modelo del conjunto de los cursos, que fue de 28%. DBD logró una precisión de 28% y PGP de 27%.

Impacto

En el caso de cada curso considerado en particular, se obtuvo un impacto de 97% para PGP; 94% para DBI; 92% para DBD y 88% para R. Al considerar todos, el impacto fue de 91%. Este 91% era un promedio entre todos los cursos y convenía comparar los impactos de los modelos individuales con el que tendría el modelo general al aplicarlo curso a curso. Así, se obtuvo 96% para PGP; 97% para DBI; 86% para DBD y 55% para R. Como se puede observar, para DBI se consiguió un mejor ajuste con el modelo general que con el particular. Para los demás cursos sucedió lo contrario. El que más impacto perdió al aplicar el modelo general fue el de R, lo cual es compatible con el hecho de que cuesta y dura menos que los demás.

En el caso de los modelos individuales, no tenía sentido incluir como predictores precios, duraciones y existencia de actividades grupales, ya que son los mismos para todas las versiones. Sin embargo, sí tenía sentido incluirlos al construir un modelo conjunto.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este trabajo confirma que es posible generar modelos para predecir la deserción en cursos de *e-learning* utilizando solamente el registro de interacciones entre los estudiantes y la plataforma. En particular, lo logra con datos de las primeras dos semanas de cursos que duran entre 6 y 16 semanas, lo cual es extremadamente temprano y permite la implementación de acciones de retención.

Por otra parte, en lugar de medir el aporte de cada modelo solo a través de métricas usuales como sensibilidad-especificidad y precisión, se construyó otra – el impacto – orientada a optimizar el resultado deseado en términos de evitación de pérdidas económicas, tanto para el estudiante como para la institución. De este modo, la relevancia del análisis no fue solo teórica, sino que intentó contribuir al mejor interés de la comunidad de aprendizaje. Se optimizó cada modelo mediante la aplicación de un umbral variable para decidir si predice una deserción o no. Al ajustar el umbral, se halló el punto de impacto máximo.

Los impactos de los modelos predictivos creados estuvieron en la zona de 90%. El algoritmo que produjo modelos más eficientes fue una red neuronal entrenada con retropropagación. Solo en un caso, con k-NN, el impacto fue marginalmente mejor que con una red neuronal (94% vs. 92%). Las redes neuronales generaron los mejores modelos con diez neuronas ocultas y se verificó la estabilidad de esa solución.

Se construyó un modelo único para los cuatro cursos analizados pero, en general, fue inferior a los modelos hechos por separado. Al entrenar modelos independientes para cada curso se obtuvo un mejor impacto que para el ajuste colectivo.

Quedaría por ver si los modelos construidos seguirán siendo aplicables en futuras versiones. Se espera realizar este análisis cuando esa información esté disponible.

También sería conveniente generar nuevos modelos predictivos para otros cursos. La intención es refinarlos a medida que se vayan incorporando datos concretos sobre el costo y la probabilidad de éxito de las acciones de retención llevadas a cabo. Se pretende ensayar distintos tipos de acciones y medir sistemáticamente su costo y probabilidad de éxito, con el fin de optimizar la métrica de impacto propuesta y ejecutar el programa recursivo ilustrado en la figura 1.

Además, se podría estudiar si otros algoritmos permiten obtener modelos de aún mejor impacto, en particular los de regresión logística, máquinas de soporte vectorial y reglas de asociación. También sería interesante aplicar minería de texto al contenido de los foros de los cursos, como en Sorour, Mine, Goda y Hirokawa (2015), entre otros. Asimismo, se podrían utilizar técnicas de análisis de redes sociales, como proponen Muñoz, Delgado, Rubio, Grilo y Basto-Fernandes (2017), para explorar si los estudiantes integrados en grupos –como en el caso del PGP– son menos proclives a la deserción.

NOTAS

- ¹ Aquí pueden consultarse las tablas de atributos y de resultados de los modelos, así como el código R ejecutado: <https://drive.google.com/drive/folders/1REntGF8yOn1Lcs6AXTL82KqFUJZ8q-w?usp=sharing>

REFERENCIAS

- Baker, R. S., Lindrum, D., Lindrum, M. J., y Perkowski, D. (2015). Analyzing Early At-Risk Factors in Higher Education e-Learning Courses. *International Educational Data Mining Society*.
- Buschetto Macarini, L. A., Cechinel, C., Batista Machado, M. F., Faria Culmant Ramos, V., y Munoz, R. (2019). Predicting Students Success in Blended Learning-Evaluating Different Interactions Inside Learning Management Systems. *Applied Sciences*, 9(24), 5523. <https://doi.org/10.3390/app9245523>
- Casey, K., y Azcona, D. (2017). Utilizing student activity patterns to predict performance. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0044-3>
- Centro de e-Learning de la SCEU-FRBA-UTN (2019). *Pautas generales para el cursado de cursos, diplomaturas, expertos y carreras online*. Recuperado de <http://www.sceu.frba.utn.edu.ar/e-learning/quienes-somos/309.html>
- Cohen, A. (2017). Analysis of student activity in web-supported courses as a tool for predicting dropout. *Educational Technology Research and Development*, 65(5), 1285-1304.
- Evangelista, E. D. (2019). Development of Machine Learning Models using Study Behavior Predictors of Students' Academic Performance through Moodle. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(6S3).
- Félix, I. M., Ambrósio, A. P., Neves, P. S., Siqueira, J., y Brancher, J. D. (2017). Moodle Predicta: A Data Mining Tool for Student Follow Up. *Proceedings of the 9th*

- International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)*, 339-346.
- Félix, I. M., Ambrósio, A., Lima, P., y Brancher, J. D. (2018). Data Mining for Student Outcome Prediction on Moodle: a systematic mapping. *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, 29(1), 1393. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.1393>
- Fritsch, S., Guenther, F., y Guenther, M. F. (2019). *Package 'neuralnet'. Training of Neural Networks*. Recuperado de <https://cran.r-project.org/web/packages/neuralnet/neuralnet.pdf>
- García Aretio, L. (2011). Perspectivas teóricas de la educación a distancia y virtual. *Revista Española de Pedagogía*, 69(249), 255-271.
- García Saiz, D. (2016). *Minería de datos aplicada a la enseñanza virtual: nuevas propuestas para la construcción de modelos y su integración en un entorno amigable para el usuario no experto*. Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria, Departamento de Ingeniería Informática y Electrónica, Cantabria.
- Garrison, D. R., Anderson, T., y Archer, W. (1999). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The internet and higher education*, 2(2-3), 87-105.
- Gray, C. C., y Perkins, D. (2019). Utilizing early engagement and machine learning to predict student outcomes. *Computers & Education*, 131, 22-32.
- Jokhan, A., Sharma, B., y Singh, S. (2019). Early warning system as a predictor for student performance in higher education blended courses. *Studies in Higher Education*, 44(11), 1900-1911.
- Muñoz, A., Delgado, R., Rubio, E., Grilo, C., y Basto-Fernandes, V. (2017). Forum participation plugin for Moodle: Development and Discussion. *Procedia Computer Science*, 121, 982-989. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.127>
- Murray, M., Pérez, J., Geist, D., y Hedrick, A. (2013, Julio). Student interaction with content in online and hybrid courses: Leading horses to the proverbial water. *Proceedings of the Informing Science and Information Technology Education Conference* (pp. 99-115). Informing Science Institute.
- Robnik-Sikonja, M., Savicky, P., y Robnik-Sikonja, M. M. (2018). *Package 'CORElearn'*. Recuperado de <https://cran.r-project.org/web/packages/CORElearn/CORElearn.pdf>
- Romero, C., Zafra, A., Luna, J. M., y Ventura, S. (2013). Association rule mining using genetic programming to provide feedback to instructors from multiple-choice quiz data. *Expert Systems*, 30(2), 162-172.
- Therneau, T., Atkinson, B., y Ripley, B. (2015). *Package 'rpart'*. Recuperado de <https://cran.r-project.org/web/packages/rpart/rpart.pdf>
- Kara, M., Erdoğan, F., Kokoç, M., y Cagiltay, K. (2019). Challenges Faced by Adult Learners in Online Distance Education: A Literature Review. *Open Praxis*, 11(1), 5. <https://doi.org/10.5944/openpraxis.11.1.929>
- Sorour, S. E., Mine, T., Goda, K., y Hirokawa, S. (2015). A Predictive Model to Evaluate Student Performance. *JIP*, 23, 192-201.
- Tinto, V. (2017 [Publicado online inicialmente el 11 de diciembre de 2015]). Through the Eyes of Students. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 19(3), 254-269. <https://doi.org/10.1177/1521025115621917>
- Usman, U. I., Salisu, A., Barroon, A. I. E., y Yusuf, A. (2019). A Comparative Study of Base Classifiers in Predicting Students' Performance based on Interaction with LMS Platform. *FUDMA Journal of Sciences*. 3(1), 231-239.

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Ignacio Urteaga. Profesor titular en ciencia de datos, análisis de negocios y gestión de proyectos en la Secretaría de Cultura y Extensión Universitaria de la Universidad Tecnológica Nacional (Argentina). Catedrático e investigador jefe en la Universidad del Salvador (Argentina), Maestría en Dirección de Sistemas de Información. Exgerente de investigación de datos en diversas empresas. MBA, PMP, ITILp y físico. Sus líneas de investigación son en ciencia de datos aplicada a problemáticas empresariales, salud y educación.

E-mail: jesus.urteaga@usal.edu.ar

Laura Siri. Comunicóloga graduada de la Universidad de Buenos Aires. Docente de Ciencias de la Comunicación en dicha universidad, en el área de políticas tecnológicas, y del área de Cultura y Extensión Universitaria de la Universidad Tecnológica Nacional de la República Argentina. Miembro desde 1994 de diversos equipos de investigación. Periodista y editora especializada en informática. Sus líneas de investigación principales son en el campo de estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

E-mail: lsiri@sociales.uba.ar

Guillermo Garófalo. Profesor de Historia e integrante del equipo docente del área de Cultura y Extensión Universitaria de la Universidad Tecnológica Nacional de la República Argentina. Su principal área de interés es gestión de proyectos educativos.

E-mail: guillermogarofalo@outlook.com

Dirección:

Secretaría de Cultura y Extensión Universitaria

Universidad Tecnológica Nacional

Medrano 951, 2º piso, Of. 206

Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Argentina)

Fecha de recepción del artículo: 12/01/2020

Fecha de aceptación del artículo: 07/02/2020

Fecha de aprobación para maquetación: 27/03/2020

Beneficios de la aplicación del paradigma de líneas de productos *software* para generar *dashboards* en contextos educativos

(Benefits of the software product line paradigm in generating dashboards for educational contexts)

Andrea Vázquez-Ingelmo

Roberto Therón

Universidad de Salamanca, USAL (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26389>

Cómo referenciar este artículo:

Vázquez-Ingelmo, A., y Therón, R. (2020). Beneficios de la aplicación del paradigma de líneas de productos *software* para generar *dashboards* en contextos educativos. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 169-185. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26389>

Resumen

Los datos son cruciales para mejorar la toma de decisiones y obtener mayores beneficios en cualquier tipo de actividad. Sin embargo, la gran cantidad de información generada debido a las nuevas tecnologías ha convertido el análisis de los datos y la generación de conocimiento a partir de ellos en una tarea compleja. Numerosas herramientas han surgido para facilitar esta generación de conocimiento, como es el caso de los *dashboards* o paneles de información. Aunque los paneles de control sean herramientas muy potentes, su efectividad puede verse afectada por un mal diseño o por no tener en cuenta el contexto en el que se encuadran. Por ello, es necesario diseñar y crear paneles de control a medida en función de la audiencia y dominio de los datos. Crear paneles de control personalizados puede ser muy beneficioso, pero también un proceso costoso en lo que al tiempo y recursos se refiere. Este trabajo presenta una aplicación del paradigma de líneas de productos *software* para generar paneles de control adaptados a cualquier contexto de manera más sencilla, reutilizando tanto componentes *software* como conocimiento. Uno de los contextos que puede verse especialmente favorecido por este enfoque es el contexto educativo, donde la analítica del aprendizaje y el análisis de datos sobre el rendimiento de los estudiantes se está popularizando. Contar con paneles de control personalizables para cualquier rol (estudiante, profesor, administrador, etc.) puede mejorar los procesos de toma de decisiones, mostrando a cada usuario la información que más le interesa de la forma que mejor le permita comprenderla.

Palabras clave: tecnología educativa; investigación educativa; alfabetización en datos.

Abstract

Data are crucial to improve decision-making and to obtain greater benefits in any type of activity. However, the large amount of information generated by new technologies has made data analysis and knowledge generation a complex task. Numerous tools have emerged to facilitate this knowledge generation, such as dashboards. Although dashboards are very powerful tools, their effectiveness can be affected by a bad design or by not taking into account the context in which they are placed. Therefore, it is necessary to design and create tailored dashboards according to the audience and data domain. Creating tailored dashboards can be very beneficial, but also a costly process in terms of time and resources. This paper presents an application of the software product line paradigm to generate dashboards adapted to any context in a more straightforward way by reusing both software components and knowledge. One of the contexts that can be especially favored by this approach is the educational context, where Learning Analytics and the analysis of student performance to improve learning methodologies are becoming very popular. Having tailored dashboards for any role (student, teacher, administrator, etc.) can improve decision making processes by showing each user the information that interests them most in the way that best enables them to understand it.

Keywords: educational technology; educational research; data literacy

Los datos han comenzado a ser cruciales en cualquier actividad, ya sean actividades profesionales o cotidianas. Realizar el proceso de toma de decisiones con una base robusta de información es crucial para potenciar los resultados positivos de esta tarea (Albright, Winston y Zappe, 2010). Los frutos de esta toma de decisiones son una serie de acciones, acciones que buscan reportar algún tipo de beneficio en el contexto de aplicación.

Sin embargo, llevar a cabo una toma de decisiones dirigida por datos (Patil y Mason, 2015) no es una tarea trivial. Primero, porque es necesaria una cantidad significativa de datos para poder generar conocimiento. Y segundo, porque los procesos de análisis de dichos datos requieren que la persona al frente de la toma de decisiones o del análisis sea capaz de comprender e interpretar conjuntos de datos que en muchas ocasiones son complejos y extensos.

No obstante, la evolución de las tecnologías ha permitido que estas tareas de análisis estén al alcance de perfiles menos técnicos. Existen herramientas que facilitan el análisis y la generación de conocimiento a partir de conjuntos de datos. Una de las herramientas que más se han popularizado son los *dashboards* o paneles de control (Sarikaya, Correll, Bartram, Tory y Fisher, 2018).

Los paneles de control son elementos digitales compuestos por una serie de visualizaciones de datos. Estas visualizaciones tratan de codificar información a

través de las propiedades de sus elementos visuales, como la posición, los colores, los tamaños, las formas, etc. (Munzner, 2014).

Pero contar con un panel de control no garantiza la generación de conocimiento. Es necesario tener en cuenta la audiencia y el perfil de los usuarios que utilizarán estas herramientas. Pueden existir usuarios que puedan comprender visualizaciones complejas, mientras que otros necesitarán otras metáforas visuales para entender correctamente sus conjuntos de datos (Aldrich y Sheppard, 2000).

Así pues, los paneles de control son herramientas potentes, pero necesitan un elaborado proceso de diseño y desarrollo para cumplir con las expectativas de sus usuarios y para ser eficaces a la hora de generar conocimiento. Además, en contextos en los que existen diversos roles y perfiles de usuario, este proceso de diseño es aún más complejo, dado que hay que tener en cuenta muchos más factores. Una solución sería realizar un panel de control hecho a medida para cada perfil implicado, pero sería prácticamente imposible de llevar a cabo debido a la cantidad de tiempo y recursos que serían necesarios.

En la literatura se han considerado diversos enfoques para permitir la automatización de este proceso de diseño e implementación de paneles de control, con el objetivo de disminuir el tiempo necesario para desarrollar paneles de control hechos a medida (Vázquez-Ingelmo, García-Peñalvo y Therón, 2019c).

Entre estos enfoques se encuentran desde asistentes gráficos de configuración que permiten a los usuarios elegir qué gráficos formarán parte de sus paneles de control, hasta desarrollo dirigido por modelos que consiguen generar paneles de control personalizados basándose en descripciones formales del dominio (Kintz, Kochanowski y Koetter, 2017; Logre, Mosser, Collet y Riveill, 2014; Palpanas, Chowdhary, Mihaila y Pinel, 2007; Pleuss, Wollny y Botterweck, 2013), entre otras variadas soluciones.

Entre estas soluciones se encuentra el paradigma de las líneas de productos *software* (Clements y Northrop, 2002; Gomaa, 2004). Este paradigma analiza el dominio de los productos que quieren desarrollarse para encontrar similitudes y diferencias entre ellos, de tal modo que puedan construirse productos a través de la composición de diversas características. Este enfoque se ajusta perfectamente al dominio de los paneles de control, dado que son herramientas que comparten varias propiedades.

En este trabajo se presentan y discuten los beneficios de la aplicación de este paradigma al dominio de los paneles de control, especialmente en contextos educativos, en los que diversos perfiles están involucrados. El objetivo principal es acercar la visualización de datos a cualquier usuario, así como fomentar la generación de conocimiento. En un contexto educativo, contar con paneles de control hechos a medida para cada actor involucrado podría significar una explotación más eficaz y efectiva de los datos de aprendizaje generados y obtenidos a través de diversas fuentes.

LOS PANELES DE CONTROL EN EL CONTEXTO EDUCATIVO

Como se ha mencionado en la introducción, los paneles de control son herramientas cada vez más populares, debido a su utilidad a la hora de soportar el análisis visual de conjuntos de datos complejos. El contexto educativo es uno de los contextos en los que estas herramientas pueden traer beneficios significativos, dado que el uso de datos para tomar decisiones relativas a los procesos educativos puede mejorar el aprendizaje (Cooper, 2007; Mandinach y Honey, 2008).

Los paneles de control educacionales (Yoo, Lee, Jo y Park, 2015) son instrumentos que permiten a sus usuarios identificar patrones, relaciones, datos relevantes, etc., entre un conjunto de variables de aprendizaje.

Sin embargo, en un contexto como el educativo, muchos roles pueden verse involucrados: desde los propios estudiantes, hasta profesores, jefes de estudio o directores, entre otros. Como es evidente, estos roles tendrán diversos objetivos a la hora de explorar sus datos, dependiendo de sus necesidades.

Esta diversidad de roles se analizó en una revisión de la literatura realizada por Schwendimann et al. (2017) en cuanto a los paneles de control educativos. En dicha revisión de la literatura se observó que la mayoría de los usuarios suelen ser profesores, pero también se encuentran estudiantes, administradores e investigadores entre los principales usuarios de estas herramientas (Schwendimann et al., 2017). Los paneles de control educativos también son diversos en lo que respecta a sus objetivos; monitorización propia, monitorización de otros estudiantes y monitorización administrativa (Schwendimann et al., 2017).

La mencionada revisión de la literatura también muestra los principales tipos de gráficos o visualizaciones utilizadas para mostrar información sobre el aprendizaje en función del rol del usuario. Así pues, los gráficos más utilizados en general por todos los roles son los diagramas de barras, los diagramas de líneas y las tablas, lo que puede deberse a su simplicidad.

Este tipo de investigaciones permiten observar que los paneles de control son muy diversos en el contexto educativo, tanto en sus funcionalidades como en su diseño, dado que estas características son las que definen el fin del instrumento (y su eficiencia).

Debido a estos factores, se han buscado métodos y realizado propuestas para diseñar paneles de control educativos y de analítica del aprendizaje para que puedan ser adaptados según sus propósitos y audiencia.

No existe un enfoque único que sirva para todos los usuarios (Teasley, 2017). En el contexto educativo, los paneles de control no solo buscan informar a tutores sobre el rendimiento de los alumnos, sino que también pueden convertirse en herramientas que motiven a estos últimos. Pueden incluso servir como instrumentos para que los estudiantes se auto-regulen y puedan comparar sus propios resultados. Sin embargo, puede que no todos los estudiantes respondan de la misma forma ante la información mostrada en un panel de control sobre su rendimiento (Teasley, 2017).

Los paneles de control deben personalizarse para ofrecer la información necesaria de la manera más efectiva. De hecho, en un estudio realizado por Roberts, Howell y Seaman (2017) se confirmó el deseo generalizado de los estudiantes por contar con paneles de control que puedan ser personalizados a su gusto, dándoles opción de configurarlos para mostrar la información que más les interesa o que ven más útil.

Así pues, no es solo la variedad de roles de usuarios en el contexto educativo, sino la variedad de objetivos y perfiles entre usuarios con un mismo rol, lo que convierte el desarrollo de paneles de control que presentan analíticas del aprendizaje en una actividad elaborada. Sumado a todo ello, la cantidad de datos generados y su compleja estructura pueden dificultar aún más el proceso de descubrimiento de conocimiento por parte de perfiles menos técnicos.

Por estas razones, se han propuesto modelos para intentar adaptar estas herramientas usando modelos conceptuales en los que se tienen en cuenta los indicadores, la descripción y necesidades de los usuarios, sus preferencias, su conocimiento del dominio, etc. De hecho, en Dabbebi, Iksal, Gilliot, May y Garlatti (2017) se presenta un generador de paneles de control de analítica del aprendizaje que tiene en cuenta la mencionada información. Esta información es estructurada en modelos que alimentan un generador que permite obtener paneles de control adaptados al perfil de usuario y tareas descritas en los modelos.

Como puede observarse, los paneles de control en el contexto educativo han incrementado su popularidad debido a los beneficios que puede suponer el uso de los datos en la toma de decisiones (Patil y Mason, 2015). Sin embargo, para sacarles partido, es necesario tener en cuenta a los usuarios y el contexto en el que serán empleados, y realizar pruebas de aceptación para comprobar que dichas herramientas pueden mejorar los procesos de aprendizaje.

METODOLOGÍA

Como se ha introducido, el desarrollo de paneles de control hechos a medida supone un reto, tanto a nivel de diseño como de implementación. Por ello, es necesario contar con paradigmas que potencien la productividad a la hora de desarrollar estas herramientas.

El paradigma de líneas de productos *software* permite identificar, a través de ingeniería de dominio y la abstracción de este, puntos comunes entre los sistemas que conforman el espacio de posibles productos. Esta identificación de similitudes no solo sirve para reutilizar código y disminuir los tiempos de implementación, sino también para identificar y estructurar factores importantes que afectan al diseño de los paneles de control.

Las líneas de producto *software*

Las líneas de productos *software* es uno de los paradigmas de reutilización sistemática de código más extendidos y aplicados en la práctica y en contextos reales. Es especialmente su viabilidad práctica lo que coloca esta metodología como una potente herramienta para abordar el desarrollo de software de manera masiva.

Este paradigma se compone de dos fases. La primera, denominada fase de ingeniería de dominio (Pohl, Böckle y Van der Linden, 2005), es clave para la creación de líneas de productos *software*. Durante esta fase se identifican las principales propiedades y características que tendrán los productos pertenecientes a la familia. Estas características representan las similitudes y diferencias entre los diversos productos del dominio. La identificación de propiedades abstractas del dominio permite formalizar los componentes o *core assets* necesarios para su implementación.

En esta fase también se definen los denominados puntos de variabilidad. Los puntos de variabilidad son la forma de introducir, modificar o adaptar ciertas funcionalidades según los requisitos del producto a desarrollar (Pohl, Böckle y Van der Linden, 2005). Esta tarea es esencial, ya que es la que permite materializar las características del dominio en componentes *software*. Existen diversos métodos para modelar los mencionados puntos de variabilidad (Metzger y Pohl, 2007; Van Gurp, Bosch y Svahnberg, 2001).

Uno de los mecanismos más extendidos para representar la variabilidad en las líneas de productos software es el método FODA (*Feature-Oriented Domain Analysis*) (Kang, Cohen, Hess, Novak y Peterson, 1990). Los diagramas de características (*feature models*) se introducen por primera vez en (Kang et al., 1990) como mecanismo formal de descripción de las propiedades del dominio. A través de estos diagramas jerárquicos pueden especificarse las características obligatorias, alternativas, opcionales, etc., de la familia de productos, o lo que es lo mismo, sus puntos de variabilidad.

Una vez estudiado el dominio e identificadas las características de la línea, la siguiente fase es la fase de ingeniería de aplicación. Haciendo uso de la información y recursos obtenidos en la fase anterior, se crean instancias concretas de la línea de productos, seleccionando las características que compondrán el producto específico a construir (Gomaa, 2004).

En función de la configuración seleccionada a través de los modelos instanciados, se configurarían y compondrían los componentes base (*core assets*) para implementar el producto final. Gracias a su implementación durante la fase de ingeniería del dominio, los componentes base estarían preparados para ser configurables, con lo cual solo sería necesario adaptarlos a los requisitos específicos, demostrando la potencia de este paradigma.

Generación de código

Existen diversas formas de inyectar variabilidad en los componentes base de la familia de productos. La generación o instanciación automática de productos de la familia podría verse como una combinación del paradigma de las líneas de productos y el desarrollo dirigido por modelos (Anquetil et al., 2008).

La división de los productos en una serie de componentes configurables con características definidas posibilita la creación de generadores de código que seleccionen y configuren acordemente los componentes base para obtener el código fuente del producto final.

Para conseguir esto, es necesario materializar los puntos de variabilidad obtenidos en la fase de ingeniería del dominio en el propio código fuente de los componentes base. El rol del generador de código consistiría en inyectar los parámetros de configuración específicos para adaptarlos a los requisitos del producto a generar.

Existen diversas técnicas para materializar estos puntos de variabilidad en el código fuente, por ejemplo: delegación de funcionalidades, herencia, parametrización, sobrecarga de métodos o funciones, bibliotecas de enlace dinámico (DLL) o compilación condicional (Gacek y Anastasopoulos, 2001).

Las plantillas de código son otra técnica muy extendida para abordar este problema (Tajali, Corriveau y Shi, 2013). Éstas permiten definir partes estáticas y partes dinámicas en las que puede inyectarse código en función de una serie de reglas (Greifenberg et al., 2016; Magdaleníć, Radošević y Kermek, 2011).

Para esta investigación se han utilizado plantillas como método de generación de código, debido a que es un método viable para las líneas de productos *software* (Greifenberg et al., 2016; Tajal, Corriveau y Shi, 2013), un método ampliamente utilizado en el desarrollo web (Kirda y Kerer, 2000; Tsubori y Suzumura, 2009) y permiten la introducción de sentencias condicionales y bucles, haciendo sencilla la materialización de los puntos de variabilidad a partir de modelos. Además, las plantillas permiten lograr un grado de granularidad muy fino en lo que se refiere a la materialización de características, lo que es altamente beneficioso en un dominio tan complejo como el de los paneles de control (Vázquez-Ingelmo, García-Peñalvo y Therón, 2019a).

En cuanto a la generación de código, se ha utilizado la siguiente estructura: el generador de código toma la configuración del panel de control previamente especificada a través de ficheros de configuración XML (cuya sintaxis está basada en las características abstractas del dominio previamente identificadas), inyectando la información de configuración en las plantillas de código que, en este caso, conformarán los componentes base de la línea de productos de paneles de control.

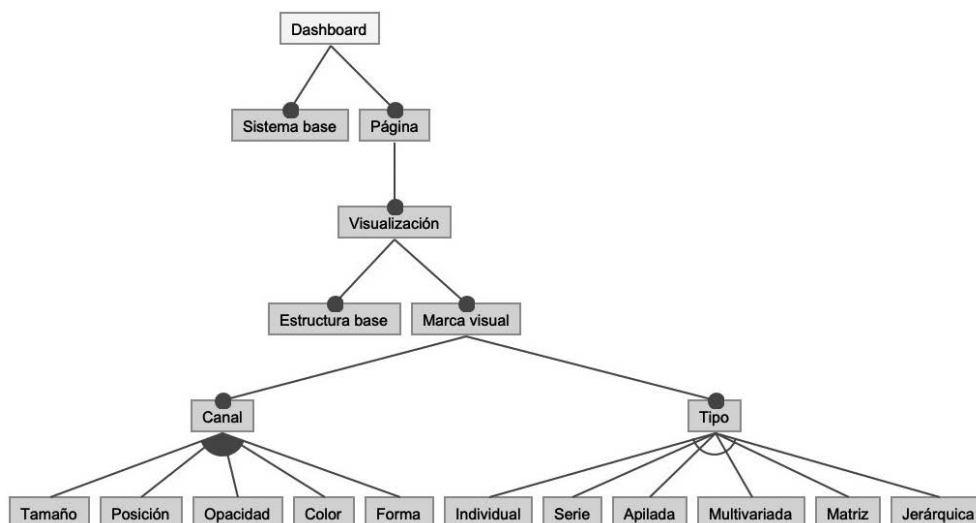
Las plantillas han sido realizadas con el lenguaje de plantillas Jinja2 (Ronacher, 2008). Este método es independiente al marco de desarrollo, y, aunque deba ser utilizado junto al lenguaje de programación Python, es posible inyectar información externa y generar cualquier tipo de archivos (Clark, 2018).

Cada componente gráfico de los paneles de control identificado mediante ingeniería de dominio ha sido implementado de manera individual, de tal forma que estos elementos primitivos puedan ser compuestos a través de plantillas Jinja2 para obtener visualizaciones concretas.

RESULTADOS PRELIMINARES

Gracias a la aplicación del enfoque de las líneas de productos *software* al dominio de los paneles de control, ha sido posible obtener una serie de componentes base (*core assets*) que pueden ser combinados para obtener paneles de control funcionales.

Figura 1. Diagrama de características simplificado de la línea de productos *software* de paneles de control



Como puede observarse en la figura 1, un panel de control estará compuesto por un sistema base y una o más páginas. Estas páginas contendrán una serie de visualizaciones, que contarán con una estructura base común y un conjunto de marcas visuales. Las marcas visuales pueden ser de distintos tipos según los datos que quieran representarse (marcas individuales, serie, apiladas, multivariadas, jerárquicas o matrices). Para codificar la información, se utilizarán uno o más canales, que se corresponden con propiedades de la marca visual, como su color, posición, tamaño, opacidad, forma, etc.

La figura 1 muestra una versión simplificada del diagrama con el objetivo de facilitar la comprensión del mismo, pero las visualizaciones contienen más elementos básicos, como sus ejes, leyendas, patrones de interacción, etc. (Vázquez-Ingelmo, García-Holgado, García-Peñalvo y Therón, 2019; Vázquez-Ingelmo, García-Peñalvo y Therón, 2019b; Vázquez-Ingelmo, García-Peñalvo, Therón y Conde González, 2019).

Estas pequeñas piezas abstractas mostradas en el diagrama de características tienen un grano fino de configuración, lo que permite personalizar el panel de control no solo a nivel global, sino también a nivel de visualización.

Para ilustrar la línea de productos obtenida mediante un ejemplo, se ha utilizado parte de los registros del conjunto de datos recogido en (Kuzilek, Hlosta y Zdrahal, 2017), el cual contiene datos demográficos, de las interacciones y del rendimiento de los estudiantes de Open University (OU).

Por ejemplo, a través de un fichero de configuración como el mostrado en la figura 2, es posible definir un panel de control concreto basado en las propiedades abstractas del dominio. Este fichero utiliza la tecnología XML para estructurar las características de los paneles de control a generar. Por ejemplo, el panel de control descrito en la figura 2 tendrá como título “*Learning Dashboard*”, y contará con una página en la que se encuentra un componente de tipo visualización donde se mostrarán las puntuaciones de tareas por estudiante a través de marcas visuales de tipo “barra”. Toda esta sintaxis está basada en el diagrama de características mostrado en la figura 1.

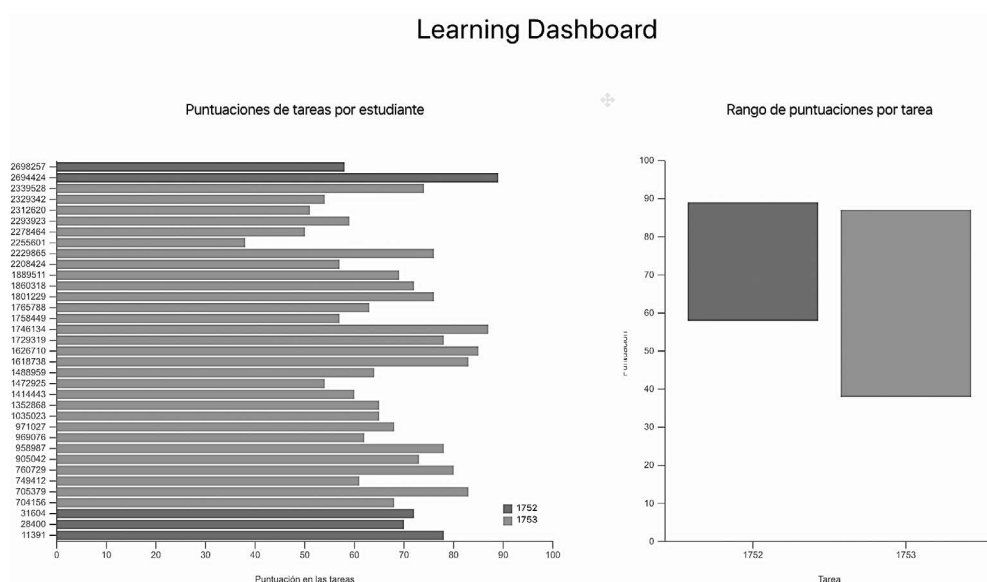
Figura 2. Fragmento de un fichero de configuración utilizado para generar un panel de control

```
<Dashboard>
  <Title>Learning Dashboard</Title>
  <Dataset>
    <Path>studentAssessment.csv</Path>
    <Type>CSV</Type>
  </Dataset>
  <Page page_id="1">
    <Component type="visualization" component_id="1">
      <Position>
        <x>0</x>
        <y>0</y>
        <width>5</width>
        <height>8</height>
      </Position>
      <Title>Puntuaciones de tareas por estudiante</Title>
      <Primitives>
        <Axis type="y" linear="true" multi="false">
          <Scale>
            <Accessor>id_student</Accessor>
          </Scale>
        </Axis>
        <Axis type="x" linear="true" multi="false">
          <Scale>
            <Accessor>score</Accessor>
            <Domain>percentage</Domain>
          </Scale>
          <Label>
            Puntuación en las tareas
          </Label>
        </Axis>
        <Legend>
          <Scale>
            <Accessor>id_assessment</Accessor>
            <ScaleType>band</ScaleType>
          </Scale>
          <Position>bottom-right</Position>
        </Legend>
        <Mark type="individual" linear="true">
          <Shape>bar</Shape>
          <Channels>
            <Position_Y>
              <Accessor>id_student</Accessor>
            </Position_Y>
            <Position_X>
              <Accessor>score</Accessor>
              <Domain>percentage</Domain>
            </Position_X>
            <Color>
              <Accessor>id_assessment</Accessor>
            </Color>
          </Channels>
        </Mark>
      </Primitives>
    </Component>
  </Page>
</Dashboard>
```

Una vez definidas las características del panel de control y de sus componentes (visualizaciones, canales de codificación, estilos), el fichero de configuración es utilizado por el generador de código para instanciar el panel de control a través de la inyección en las plantillas de código de los parámetros especificados. El resultado son los ficheros fuente del panel de control con las características establecidas (figura 3).

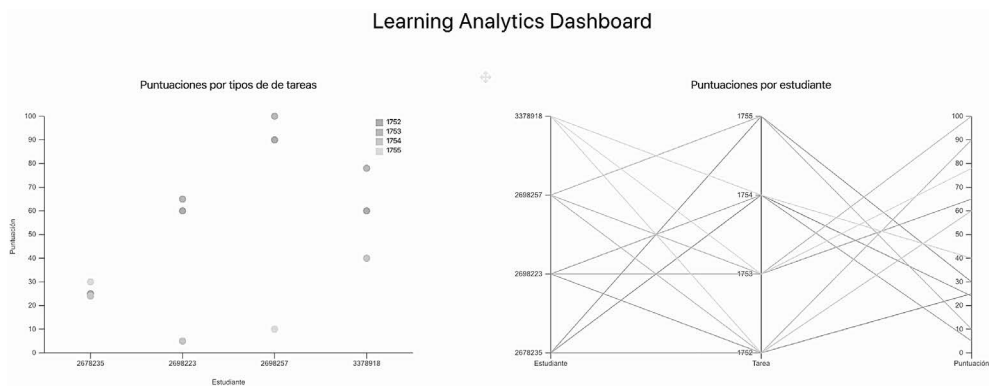
En este caso, el panel de control contiene dos visualizaciones que representan las puntuaciones de las tareas realizadas por cada estudiante y el rango de puntuaciones (mínimo y máximo) por tarea, respectivamente.

Figura 3. Ejemplo de un panel de control generado a través de su definición XML



Cambiar el tipo de gráfico o metáforas visuales para mostrar los datos en una visualización es tan sencillo como modificar sus primitivas en el fichero de configuración, lo que permite probar nuevas estructuras o composiciones para el panel de control sin preocuparse de su implementación. Por ejemplo, la figura 4 muestra otra composición para el panel de control utilizando un diagrama de dispersión y unas coordenadas paralelas para codificar la información relativa a las puntuaciones de las tareas de los estudiantes.

Figura 4. Ejemplo de un segundo panel de control generado a través de otra definición XML



DISCUSIÓN

La creación de paneles de control es una tarea compleja, sea cual sea el contexto en el que estén enmarcados, dado que la generación de conocimiento es crucial para mejorar los procesos de negocio. En lo que se refiere al ámbito educativo, este tipo de herramientas se vuelven especialmente útiles para generar conocimiento respecto al rendimiento de los estudiantes o la efectividad de los métodos de enseñanza utilizados.

Utilizar métodos para disminuir los tiempos de desarrollo de los paneles de control no solo reporta beneficios a la hora de crear estos instrumentos, sino que, además, permite generar paneles de control personalizados con menor esfuerzo, pudiéndose dedicar mayor tiempo y recursos a la fase de elicitación de requisitos.

La elicitación de requisitos es una fase esencial en cualquier proceso de desarrollo *software*, pero en el caso de los paneles de control toma especial relevancia, debido a que una mala interpretación de estos puede comprometer la efectividad de estas herramientas. Contar con un robusto sistema de generación de paneles de control facilita la realización de pruebas con usuarios (dado que pueden crearse prototipos rápidamente) y permite ejecutar cambios en la configuración de estos sin consumir muchos recursos.

Como se ha mencionado anteriormente, el contexto educativo puede ser un claro beneficiario de la aplicación de las líneas de productos *software* al dominio de los paneles de control. La cantidad de datos de aprendizaje que son generados debido a la popularización de nuevas tecnologías en la educación (Ferguson, 2012) hace necesario contar con nuevos métodos e instrumentos que permitan obtener beneficios de dicha información.

Si bien los paneles de control son herramientas muy útiles para estos procesos de análisis, es necesario tener en cuenta la audiencia que los utilizará, sobre todo

en ámbitos educativos donde los roles y los perfiles de usuario pueden ser muy heterogéneos en cuanto a objetivos, características y preferencias (Schwendimann et al., 2017).

La analítica del aprendizaje busca la mejora de los procesos de aprendizaje desde diversos puntos de vista (Long y Siemens, 2011); mientras que los educadores pueden beneficiarse de los datos para mejorar sus planificaciones y metodologías, los estudiantes pueden ver su progreso e incluso motivarse a través de los datos recolectados. Por otro lado, a más alto nivel, los administradores pueden utilizar la información para asignar recursos o planificar presupuestos de una forma más informada (Long y Siemens, 2011).

Poder generar paneles de control de manera sencilla, dedicando más tiempo al diseño y conceptualización del panel de control que a su implementación, permite tener productos mejor diseñados y adaptados a situaciones concretas en menor tiempo, así como responder de manera rápida y adecuada a la continua evolución que presentan los datos de aprendizaje (Liñán y Pérez, 2015; Picciano, 2012).

A su vez, contar con un generador de código permite realizar un análisis previo de los datos que permite inferir ciertas características de los paneles de control antes de ser generados, asegurándose de una correcta elección de las propiedades visuales antes de obtener el código fuente (por ejemplo, una variable de tipo nominal no puede codificarse usando una escala cuantitativa). De esta forma, es posible descargar a los usuarios de tareas más técnicas, como elegir las escalas o dominios a utilizar para representar una determinada variable.

Sin embargo, este enfoque sigue requiriendo de un riguroso análisis de los requisitos y perfiles de cada usuario, puesto que, de lo contrario, el panel de control generado puede resultar poco útil o efectivo para sus propósitos.

Uno de los siguientes pasos para conseguir un sistema más potente es implementar la capacidad de inferir automáticamente las características de los paneles de control a partir del perfil del usuario que lo empleará. De este modo, podrían presentarse gráficos o metáforas visuales más simples a un profesor con baja alfabetización en visualización de datos, mientras que un usuario más avanzado podría contar con visualizaciones más complejas en su pantalla, siempre de acuerdo con las tareas y objetivos que éstos tengan respecto a sus datos.

La toma de decisiones dirigida por datos puede llegar a ser muy útil, pero es necesario tener siempre en cuenta el contexto de aplicación y comprobar de manera continua que la implantación de estas herramientas y metodologías realmente funciona y trae beneficios a las personas involucradas.

CONCLUSIONES

El paradigma de las líneas de productos *software* ha sido aplicado al dominio de los paneles de control de información. El principal propósito de esta aplicación es disminuir la complejidad del proceso de diseño y creación de estas herramientas.

Mediante la abstracción del dominio, ha sido posible obtener una serie de componentes abstractos parametrizables que pueden ser combinados para generar paneles de control específicos con menor consumo de recursos.

Este enfoque puede aplicarse a cualquier contexto, en especial el educativo, donde el análisis de datos del aprendizaje se está popularizando de cara a mejorar los procesos y métodos de aprendizaje. Ofrecer paneles de control personalizados a los actores involucrados en estos procesos podría facilitar y acercar el análisis de datos a cualquier perfil de usuario.

Las líneas de investigación futuras incluyen la realización de pruebas con usuarios para obtener información sobre qué tipos de visualizaciones son más efectivas en función del contexto de los datos y las características de los usuarios, para incorporar estos datos al generador de código e inferir configuraciones efectivas automáticamente.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Ministro de Economía y Competitividad del Gobierno de España a través del Proyecto DEFINES (TIN2016-80172-R). Este trabajo ha sido apoyado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte bajo una beca FPU (FPU17/03276).

REFERENCIAS

- Albright, S. C., Winston, W., y Zappe, C. (2010). *Data analysis and decision making*. Cengage Learning.
- Aldrich, F., y Sheppard, L. (2000). Graphicacy-the fourth'R'? *Primary Science Review*, 64, 8-11.
- Anquetil, N., Grammel, B., Galvão, I., Noppen, J., Khan, S. S., Arboleda, H., . . . Garcia, A. (2008). Traceability for model driven, software product line engineering. Ponencia presentada en ECMDA Traceability Workshop Proceedings.
- Clark, S. (2018). Render your first network configuration template using Python and Jinja2. *Cisco Blogs*. Recuperado de <https://blogs.cisco.com/developer/network-configuration-template>
- Clements, P., y Northrop, L. (2002). *Software product lines*. Addison-Wesley.
- Cooper, M. M. (2007). Data-driven education research. *Science*, 317(5842), 1168-1171. doi: 10.1126/science.317.5842.1171.
- Dabbebi, I., Iksal, S., Gilliot, J.-M., May, M., y Garlatti, S. (2017). Towards Adaptive Dashboards for Learning Analytic: An Approach for Conceptual Design and implementation. Ponencia presentada en *9th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2017)*, Porto, Portugal, (pp. 120-131). doi: 10.5220/0006325601200131.
- Ferguson, R. (2012). Learning analytics: Drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5/6), 304-317. doi: 10.1504/IJTEL.2012.051816.
- Gacek, C., y Anastasopoulos, M. (2001). Implementing product line variabilities. Ponencia presentada en *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, New

- York, NY, USA. 26, (pp. 109-117). doi: 10.1145/375212.375269.
- Gomaa, H. (2004). *Designing Software Product Lines with UML: From Use Cases to Pattern-Based Software Architectures*. Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Greifenberg, T., Müller, K., Roth, A., Rumpe, B., Schulze, C., y Wortmann, A. (2016). Modeling variability in template-based code generators for product line engineering. *arXiv preprint arXiv:1606.02903*.
- Kang, K. C., Cohen, S. G., Hess, J. A., Novak, W. E., y Peterson, A. S. (1990). *Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study*. Tech. rep. CMU/SEI-90-TR-21. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- Kintz, M., Kochanowski, M., y Koetter, F. (2017). Creating User-specific Business Process Monitoring Dashboards with a Model-driven Approach. *Ponencia presentada en MODELSWARD. SCITEPRESS*, (pp. 353-361). doi: 10.5220/0006135203530361
- Kirda, E., y Kerer, C. (2000). MyXML: An XML based template engine for the generation of flexible Web content. *Ponencia presentada en WebNet World Conference on the WWW and Internet*, (pp. 317-322). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Kuzilek, J., Hlosta, M., y Zdrahal, Z. (2017). Open university learning analytics dataset. *Scientific data*, 4(170171), 1-8. doi: 10.1038/sdata.2017.171.
- Liñán, L. C., y Pérez, Á. A. J. (2015). Educational Data Mining and Learning Analytics: differences, similarities, and time evolution. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 12(3), 98-112. doi: 10.7238/rusc.v12i3.2515.
- Logre, I., Mosser, S., Collet, P., y Riveill, M. (2014). *Sensor data visualisation: a composition-based approach to support domain variability*. Ponencia presentada en European Conference on Modelling Foundations and Applications. 101-116. doi: 10.1007/978-3-319-09195-2_7.
- Long, P. D., y Siemens, G. (2011). Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *Educause Review*, 46(5), 30-32. doi: 10.17471/2499-4324/195.
- Magdaleníć, I., Radošević, D., y Kermek, D. (2011). Implementation Model of Source Code Generator. *Journal of Communications and Software Systems*. 7(2). 71-79. Doi: 10.24138/jcomss.v7i2.180.
- Mandinach, E. B., y Honey, M. (2008). *Data-driven school improvement: Linking data and learning*. Teachers College Press.
- Metzger, A., y Pohl, K. (2007). Variability management in software product line engineering. *Ponencia presentada en the Companion to the proceedings of the 29th International Conference on Software Engineering*, (pp. 186-187). doi: 10.1109/ICSECOMPANION.2007.83.
- Munzner, T. (2014). *Visualization analysis and design*. AK Peters/CRC Press.
- Palpanas, T., Chowdhary, P., Mihaila, G., y Pinel, F. (2007). Integrated model-driven dashboard development. *Information Systems Frontiers*, 9(2-3), 195-208. doi: 10.1007/s10796-007-9032-9.
- Patil, D., y Mason, H. (2015). *Data Driven: "O'Reilly Media, Inc."*. ISBN: 9781491925454.
- Picciano, A. G. (2012). The evolution of big data and learning analytics in American higher education. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 16(3), 9-20. doi: 10.24059/olj.v16i3.267
- Pleuss, A., Wollny, S., y Botterweck, G. (2013). Model-driven development and evolution of customized user interfaces. *Ponencia presentada en Proceedings of the 5th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems*, (pp. 13-22). doi: 10.1145/2494603.2480298.

- Pohl, K., Böckle, G. y Van der Linden, F. J. (2005). *Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques*. Springer-Verlag New York, Inc.
- Roberts, L. D., Howell, J. A., y Seaman, K. (2017). Give me a customizable dashboard: Personalized learning analytics dashboards in higher education. *Technology, Knowledge and Learning*, 22(3), 317-333. doi: 10.1007/s10758-017-9316-1.
- Ronacher, A. (2008). *Jinja2 Documentation*. Recuperado de <http://jinja.pocoo.org/docs/2.10/>:
- Sarikaya, A., Correll, M., Bartram, L., Tory, M., y Fisher, D. (2018). What Do We Talk About When We Talk About Dashboards? *IEEE Transactions on Visualization Computer Graphics*, 25(1), 682 - 692. doi: 10.1109/TVCG.2018.2864903.
- Schwendimann, B. A., Rodríguez-Triana, M. J., Vozniuk, A., Prieto, L. P., Boroujeni, M. S., Holzer, A., . . . Dillenbourg, P. (2017). Perceiving learning at a glance: A systematic literature review of learning dashboard research. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(1), 30-41. doi: 10.1109/TLT.2016.2599522
- Tajali, S. B., Corriveau, J.-P., y Shi, W. (2013). A Template-Based Approach to Modeling Variability. *Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Software Engineering Research and Practice (SERP)*.
- Tatsubori, M., y Suzumura, T. (2009). HTML templates that fly: a template engine approach to automated offloading from server to client. *Actas de 18th international conference on World wide web*, (pp. 951-960). doi: 10.1145/1526709.1526837.
- Tasley, S. D. (2017). Student facing dashboards: One size fits all? *Technology, Knowledge and Learning*, 22(3), 377-384. doi: 10.1007/s10758-017-9314-3.
- Van Gurp, J., Bosch, J., y Svahnberg, M. (2001). On the notion of variability in software product lines. Ponencia presentada en Software Architecture, 2001. *Proceedings. Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture*, Amsterdam, Netherlands, (pp. 45-54). doi: 10.1109/WICSA.2001.948406.
- Vázquez-Ingelmo, A., García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., y Therón, R. (2019). *Dashboard Meta-Model for Knowledge Management in Technological Ecosystem: A Case Study in Healthcare*. Ponencia presentada en the UCAmI 2019, Toledo, Castilla-La Mancha, Spain. *MDPI Proceedings 2019*, 31(1), 44, 1-13. doi: 10.3390/proceedings2019031044.
- Vázquez-Ingelmo, A., García-Peñalvo, F. J., y Therón, R. (2019a). Addressing Fine-Grained Variability in User-Centered Software Product Lines: A Case Study on Dashboards. *Ponencia presentada en World Conference on Information Systems and Technologies. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 930, (pp. 855-864). doi: 10.1007/978-3-030-16181-1_80.
- Vázquez-Ingelmo, A., García-Peñalvo, F. J., y Therón, R. (2019b). Capturing high-level requirements of information dashboards' components through meta-modeling. *Ponencia presentada en 7th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2019)*, León, Spain, 815-821, ACM. doi: 10.1145/3362789.3362837.
- Vázquez-Ingelmo, A., García-Peñalvo, F. J., y Therón, R. (2019c). Information Dashboards and Tailoring Capabilities - A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 7, 109673-109688. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2933472.
- Vázquez-Ingelmo, A., García-Peñalvo, F. J., Therón, R., y Conde González, M. Á. (2019). Extending a dashboard meta-model to account for users' characteristics and goals for enhancing personalization. *Ponencia presentada en Learning Analytics Summer Institute (LASI) Spain*

2019, Vigo, Spain. CEUR Workshop Proceedings Series, no. 2415, (pp. 35-42). Recuperado de <http://ceur-ws.org/Vol-2415/papero4.pdf>

Yoo, Y., Lee, H., Jo, I.-H., y Park, Y. (2015). Educational dashboards for smart learning: Review of case studies. *Emerging issues in smart learning* (pp. 145-155): Springer.

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Andrea Vázquez-Ingelmo. Investigadora en el grupo de investigación GRIAL. Graduada en Ingeniería Informática (2016, Universidad de Salamanca, España) y Máster en Ingeniería Informática (2018) por la misma universidad. Sus líneas de trabajo se centran en la visualización de datos y la ingeniería del software. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7284-5593>
E-mail: andreavazquez@usal.es

Roberto Therón. Profesor Titular de Universidad del Departamento de Informática y Automática en la Universidad de Salamanca (USAL). Es encargado del grupo VisUsal (dentro del Grupo de Investigación GRIAL), el cual se centra en la combinación de enfoques procedentes de la Informática, Estadística, Diseño Gráfico y Visualización de Información, para obtener una adecuada comprensión de conjuntos de datos complejos. En los últimos años, se ha dedicado al desarrollo de herramientas de visualización avanzada para datos multidimensionales, como por ejemplo datos genéticos o paeloclimáticos. En el área de Analítica Visual desarrolla productivas colaboraciones con grupos e instituciones de reconocido prestigio internacional, como el Laboratorio de Ciencias del Clima y del Medio Ambiente (París) o el Centro de Analítica Visual Avanzada de la ONU (Suiza). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6739-8875>
E-mail: theron@usal.es

Dirección:
Facultad de Ciencias
Universidad de Salamanca
Plaza de los caídos, s/n
Salamanca (España)

Fecha de recepción del artículo: 14/01/2020
Fecha de aceptación del artículo: 02/03/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 15/03/2020

Achievements and challenges in learning analytics in Spain: The view of SNOLA

(Logros y retos en analítica del aprendizaje en España: La perspectiva de SNOLA)

Alejandra Martínez-Monés

Yannis Dimitriadis

Universidad de Valladolid, UVa (España)

Emiliano Acquila-Natale

Universidad Politécnica de Madrid, UPM (España)

Ainhoa Álvarez

Universidad del País Vasco, UPV/EHU (España)

Manuel Caeiro-Rodríguez

Universidad de Vigo, UVigo (España)

Ruth Cobos

Universidad Autónoma de Madrid, UAM (España)

Miguel Ángel Conde-González

Universidad de León, ULeón (España)

Francisco José García-Peñalvo

Universidad de Salamanca, USal (España)

Davinia Hernández-Leo

Universitat Pompeu Fabra, UPF (España)

Iratxe Menchaca Sierra

Universidad de Deusto, UDeusto (España)

Pedro J. Muñoz-Merino

Universidad Carlos III de Madrid, UC3M (España)

Salvador Ros

Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED (España)

Teresa Sancho-Vinuesa

Universitat Oberta de Catalunya (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26541>

How to reference this article:

Martínez-Monés, A., Dimitriadis, Y., Acquila-Natale, E., Álvarez, A., Caeiro-Rodríguez, M., Cobos, R., Conde-González, M. A., García-Peñalvo, F. J., Hernández-Leo, D., Menchaca, I., Muñoz-Merino, P. J., Ros, S., y Sancho-Vinuesa, T. (2020). Achievements and challenges in learning analytics in Spain: The view of SNOLA. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 187-212. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26541>

Abstract

As in other research fields, the development of learning analytics is influenced by the networks of researchers that contribute to it. This paper describes one of such networks: the Spanish Network of Learning Analytics (SNOLA). The paper presents the research lines of the members of SNOLA, as well as the main challenges that learning analytics has to address in the next few years as perceived by these researchers. This analysis is based on SNOLA's archival data and on a survey carried out to the current members of the network. Although this approach does not cover all the activity related to learning analytics in Spain, the results provide a representative overview of the current state of research related to learning analytics in this context. The paper describes these trends and the main challenges, among which we can point out the need to adopt an ethical commitment with data, to develop systems that respond to the requirements of the end users, and to reach a wider institutional impact.

Keywords: groups and organizations; data processing; trend.

Resumen

Tal y como ocurre en otros campos de investigación, el desarrollo de la analítica del aprendizaje está influido por las redes de investigadores que contribuyen al mismo. Este artículo describe una de estas redes: la Red Española de Analítica de Aprendizaje (SNOLA). El artículo presenta las líneas de investigación de los miembros de SNOLA, así como los principales retos que la analítica del aprendizaje tiene que afrontar en los próximos años desde la visión de estos investigadores. Este análisis está basado en datos de archivo de SNOLA y en una encuesta realizada a los actuales miembros de la red. Aunque esta aproximación no cubre toda la actividad relacionada con analítica del aprendizaje en España, los resultados proporcionan una visión general representativa del estado de la investigación relacionada con analítica del aprendizaje en dicho contexto. El artículo muestra cuáles son estas tendencias y los principales retos, entre los que se encuentran la necesidad de adoptar un compromiso ético con los datos, desarrollar sistemas que respondan a las necesidades de los usuarios y alcanzar mayor impacto institucional.

Palabras clave: grupos y organizaciones; procesamiento de datos; tendencia.

Research in Information Science, as well as in many other disciplines, is enacted by intertwined networks of people and technology (Latour, 2005). Learning analytics (LA) as a research field illustrates this idea well, as it has witnessed a fast development, partially due to the intense work of different networks of researchers that have sustained it. The society for Learning Analytics Research (SOLAR) (Solar, 2020) is the most influential, bringing together researchers and actors related to LA across the globe. While creating SOLAR and with the aim of fostering research on LA at more local levels, several networks were founded at the beginning of the 2010's in different regions. Some of them started out as informal organizations of

people, whereas in some cases they were created on the basis of a founded project. One example of these officially recognized networks at the European level is the Learning Analytics Community Exchange (LACE) (LACE, 2020), which contributed with some outstanding work between the years 2015 and 2017 and is still active in connection with SOLAR.

In Spain a group of researchers working in the LA field formed the Spanish Network of Learning Analytics (SNOLA) (SNOLA, 2020) in 2013. This network was officially recognized in 2015 by the Spanish Government. In 2020 SNOLA has started a new period of activity as an officially recognized thematic network, with new groups that add more variety and quality to the network. Although SNOLA does not represent all the work being done in LA in Spain, it comprises a wide representation of groups. The description of the work done by its members provides a good picture of what is being done in LA research in Spain, in line with recent works providing a more general overview of the field (Papamitsiou, Giannakos, & Ochoa, 2020).

Scientific networks on specific areas can be developed at different levels, e.g. global/regional/national, or coming from other existing networks and societies. The analysis and study of the networks at different levels, origins or focuses may be relevant in order to understand the trends and challenges that are in the center of attention of these networks. This is especially relevant for the field of LA that emerged in the last ten years as a consequence of the interest of a number of researchers that were working in related research areas (i.e., Artificial Intelligence in Education, Computer Supported Collaborative Learning, Educational Data Mining, or Technology Enhanced Learning), each one of them with its own community behind. Although some studies have been undertaken in order to provide an overview of the global landscape in LA (Ferguson et al., 2016), it is still important to further analyze and understand the evolution, trends and challenges that are detected in an active network at a finer grain level (national).

This paper presents SNOLA: its motivation, goals, activities, and expected outcomes in the following years. It provides an overview of the work carried out by its members, giving a partial but meaningful panorama of current research and challenges of LA in Spain. This overview is based on archival information about the activity of the network in the past years and its working plan for the future. As a second contribution, the paper presents an outline of the challenges that should be faced by the LA research field in the next few years. The description of the activity of the groups and their vision of the challenges was collected through an open-ended survey that was filled out by the representative of each group in the network. Using this survey, we have collected the main research lines of each group related to LA, as well as the participants' view of the main challenges of the LA research field in the near future.

The structure of the paper is as follows. First, we describe SNOLA, its motivation and main goals, the activities it has carried out in the past and what impact is expected from the network in the future. Then, the research groups belonging to

SNOLA are introduced. Third, we describe the work done by its members in the last 5 years, followed by a summary and discussion of the main challenges for LA described by its members.

SNOLA – MOTIVATION AND ACTIVITIES

Education is a key element in our society. Institutional reports by the European Commission (EC, 2016) have pointed out the potential of LA for the improvement of the quality of the European education system, but also the fact that many research questions and technical issues need to be solved to reach this goal. The need to face these issues has led the European Union to make a series of recommendations for the field of LA (Ferguson et al., 2016). One of these recommendations is the need for structured organizations to support the use of LA; the urgency of bringing together all relevant stakeholders to collect and analyze the evidence about the present and expected benefits of LA; and to identify the needs of the implied actors, especially students and teachers.

SNOLA appeared with the main aim to face these demands. It was established informally in 2013 by Spanish researchers interested in the interchange of knowledge and expertise in the area of LA. Its mission was to create synergies and explore possibilities of collaboration among them, as well as becoming a reference in the field of LA in Spain. SNOLA also aimed to promote the connection between Spanish researchers with other international networks in different regions of the world, including Latin America, Australia, US and Europe. The work of the network was reinforced by its official recognition as a Thematic Network of Excellence by the Spanish Government in 2015 and in 2020.

One of the main activities of the network since its creation has been the organization of scientific events that have served to disseminate the work of the network and to extend the connections to other researchers, both in Spain and at an international level. Since 2013, SNOLA has organized numerous events: the series of Learning Analytics Summer Schools, (LASI Spain) which have taken place annually since its first edition in 2013, in Madrid, up to its 2019 edition in Vigo (Caeiro-Rodríguez, Hernández-García, & Muñoz-Merino, 2019).

These networking activities have helped to extend the network to other forums, such as the events organized by the e-Madrid network, the organization of the special track on LA in the TEEM conference from 2013 (Conde-González & Hernández-García, 2013) to 2019 (Conde-González & Hernández-García, 2019), and the organization of the workshops WLA-CISTI and WAPLA. This intense activity has been possible due to the existence of the network itself. The communication and coordination channels set up by the SNOLA have facilitated to build up working teams to organize these events in a smooth and efficient fashion, which would have been not possible without the existence of the network.

The network has maintained contact with relevant researchers in the field of LA at the international level, who have offered webinars organized by the network, or have participated as keynote speakers at different editions of LASI and the special tracks on LA organized by SNOLA. These connections have materialized as well in the participation of some of the members of the network in international projects. For example, in Europe, the project SHEILA (Tsai et al., 2018) has worked in the deployment of LA policies at an institutional level. This project has had a continuation in Latin America with the project of Learning Analytics in Latin America (LALA, 2020)

Finally, it is interesting to note that the number of organizations (companies, public administrations, universities, educational institutions in general) and persons interested in the network goes beyond the list of the official members of SNOLA. The SNOLA webpage (SNOLA, 2020) has become a hub for information about LA in Spain, with news, resources, software, and publications that provide a good overview of the current state of research in the area in our context.

SNOLA COMPONENTS

Besides the networking and dissemination activities, the value and richness of the network is derived from the activity of its members. This section describes the groups that belong to SNOLA and the main research lines in which they are involved.

SNOLA, as an officially recognized thematic network, comprises 12 research groups, all of them belonging to different universities across Spain. These groups are summarized in Table 1, which includes a link to their URL. As it can be observed, most of its members come from a technological background, from pure Information Technology (IT)-related areas like Telematics Engineering, Computer Languages and Systems, Artificial Intelligence, and Computer Architecture; or applied areas, such as Didactics of Mathematics or Business Organization. Therefore, SNOLA as a whole has been traditionally more focused on technology-oriented contributions rather than other aspects which are also important (e.g. pedagogical, philosophical, etc.). This has been also the case with the wider LA field at an international level. However, the community is fully aware of the need to consider the ethical, social, and pedagogical issues raised by the domain in which these technological contributions are presented. The increasing weight of these issues in current discussions in the field points out to the need of a more interdisciplinary approach in the composition of the groups and of the network. A challenge of SNOLA is to attract researchers that come from social and pedagogical fields to collaborate closely with its members, in order to face the more global challenges posed nowadays in LA. These challenges are discussed more deeply in the following section.

Table 1 evidences a considerable experience in LA of the members of SNOLA, given the range of years in the field (from 5 to 20 years). Some of these groups were already working in research problems that are now considered as part of LA

years before the field was recognized as a separate research area with this name. This is explained by the fact that most of the groups that belong to SNOLA joined the specific LA field from a broader research field related to the use of computers in education, like e-learning, Technology Enhanced Learning (TEL), Computer Supported Collaborative Learning (CSCL), Educational Data Mining (EDM) or Artificial Intelligence in Education (AIED).

Table 1. Description of the members of SNOLA*.

GROUP	URL	Knowledge Area	University	Years in the area
BigDataLab	http://bigdatalab.scc.uned.es	Architecture and Computer Technology	UNED	5
Deusto LearningLab	http://dtlearning.deusto.es	New technologies applied to Education	UDeusto	7
Group for Adaptive Teaching-Learning Environments (GaLan)	https://galan.ehu.eus/Galan	Computer Languages and Systems	UPV/EHU	8
Grupo de Herramientas Interactivas Avanzadas, Advanced and Interactive Tools Group (GHIA)	http://vghia.ii.uam.es/ghia	Computer Science and Artificial Intelligence / Computer Languages and Systems	UAM	7
Telematics Systems and Engineering (GIST)	https://bidi.uvigo.es/es/grupo/gist-grupo-de-ingenieria-de-sistemas-telematicos	Telematics Engineering	UVigo	7
Gradient Lab – Group of Telematic Applications and Services (GAST)	http://gradient.gast.it.uc3m.es	Telematics Engineering	UC3M	17
GROup of Interaction And e-Learning (GRIAL)	http://grial.usal.es	Computer Science and Artificial Intelligence, Computer Languages and Systems, Research Methods and Assessment in Education	USal	11

GROUP	URL	Knowledge Area	University	Years in the area
Grupo de Robótica - Robotics Group	http://robotica.unileon.es	Architecture and Computer Technology, Computer Languages and Systems, Computer Science and Artificial Intelligence,	ULeón	6
Intelligent and Collaborative Systems Group (GSIC)	http://www.gsic.uva.es	Computer Languages and Systems, Telematics Engineering, Didactics and School Organization	UVa	20
Learning Analytics for Innovation and Knowledge Application in Higher Education (LAIKA)	http://laika.blogs.uoc.edu	Online mathematics education, Computer Science	UOC	6
Research Group on Interactive and Distributed Technologies for Education (TIDE)	https://www.upf.edu/web/tide	Telematics Engineering, Computer Science, Cognitive Sciences	UPF	6
Tecnologías de la Información para la Gestión Empresarial (TIGE) – IT for Business Management	http://tige.ior.etsit.upm.es	Business Organization, Computer Science	UPM	11

*For each member, the name of the Group, its URL, the knowledge area of its members, the university to which they belong, and the number of years working in LA and related areas previous to 2011

SNOLA LINES OF RESEARCH

In order to provide an overview of the work done by the network, the groups reported their research lines in an internal survey, which was inspired by the classification of LA systems presented in Omedes (2018). A total of 34 distinct research lines were identified. For each research line, the following data has been collected: brief description; who is the main user of the system/functionality; educational level to which it has been applied/thought of; data sources and analysis techniques; the type of system (whether it is descriptive or prescriptive); and the

main expected benefits of the system. Regarding this feature, we started with the four possible values suggested by Omedes (2018), and added three additional ones that emerged from the data provided by the partners. This set of categories are shown in Table 2, with a description of their meaning, the code we will use to refer to them in this section, and the number of research lines that were reported to fall under each research goal.

Table 2. Categories and codes*

Code	Expected benefit	Description	Num of lines
ILRP	Increase learner retention and performance	Reduce dropout rates and increase students' performance. Having the right insights allow for performing proactive tutoring and intervention.	26
IQCCLE	Improve the quality of the content, the course or the learning environment	Discover content consumption patterns, understand content quality issues, and provide personalized learning experiences (adaptive learning).	17
PDS	Proactively drive success	Identify and promote success factors as well as understand students' pathways leading to graduation (curriculum design).	11
ACE	Allocate costs effectively	Help in discovering which resources work and which don't. Selective investment strategies may be better designed based on our analytics.	3
IIL	Identify indicators for learning	Define proxies for learning based on data.	7
CBLM	Create better learner models	Identify elements of the learner model.	4
PRFA	Promote regulation, formative assessment of self-reflection about the learning process	Show elements of learning to the learner (or teacher) and enable their reflection about learning.	3

*Categories (and codes) used to describe the different research goals of a learning analytics system / functionality and how many times these goals were reported with a research line. The first four categories are the ones suggested by Omedes (2018). The categories in the last three rows emerged from the responses to the survey

The data reported by SNOLA members has been classified according to their similarities in a number of categories. This classification is not orthogonal: some of the research lines might belong to different categories, but we present them in only one of them, to make the description more clear and simpler to follow.

Predictive LA systems

The first category is composed of predictive LA systems. Prediction of learning variables, such as students' performance or students at risk is one of the most well-known functionalities of LA applications (Peña-Ayala, 2018). It is therefore not surprising that it is the most frequently reported research line, with six lines (see Table 3). Some of these lines focus on the prediction of learning results and dropout in MOOCs (Moreno-Marcos et al., 2020; Cobos & Olmos, 2018), or on-line and blended courses (Martínez, Campuzano, Sancho-Vinuesa, & Valderrama, 2019; Agudo-Peregrina, Iglesias-Pradas, Conde-González, & Hernández-García, 2014). In general, these systems aim at deriving high-level indicators from the low-level data provided by the system logs (Alexandron, Ruipérez-Valiente, Chen, Muñoz-Merino, & Pritchard, 2017). One of such indicators is academic engagement (Bote-Lorenzo & Gómez-Sánchez, 2018). The users of these systems are students and teachers, who are expected to benefit from actionable information provided by the predictive systems. In some of the cases they also address managers in charge of the institutional learning environment, or researchers that aim at identifying indicators for learning (IIL) based on the low-level data provided by the system. In general, works related to prediction need a certain amount of data. For this reason, they are frequent in virtual learning contexts at scale, enacted on LMSs (like Moodle) or MOOCs, although other environments like version control systems are considered as well (Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Rodríguez-Lera, Matellán, & Conde, 2019). As it can be expected, these research lines use different versions of predictive analysis techniques from artificial intelligence and machine learning. The main expected benefits from these research lines are to improve learner retention and performance (ILRP) as well as to improve the quality of the course content and the learning experience (IQCCLE).

Table 3. Research lines in SNOLA*

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Expected Benefit
Prediction of learning results and dropout	(Moreno-Marcos et al., 2020)	S / T / M	Students' actions on the system (MOOC)	Random Forest, Regression, Neural Networks, Decision Trees	P	ILRP, IQCCLE

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Expected Benefit
Prediction of learning results and dropout	(Cobos & Olmos, 2018)	T / M	Students actions on the system (MOOC)	Predictive analytics, Machine Learning, Statistical analysis	P	ILRP, IIL, CBLM, PRFA
Identification of engineering students at risk	(Martínez et al. 2019)	S / T	Students actions on the system (Moodle and Virtual Campus)	Predictive analysis	P	ILRP, PDS
Actionable information based on prediction of academic engagement in MOOCs	(Bote-Lorenzo & Gómez-Sánchez, 2018)	S / T	Students' actions on the system (MOOC)	Feature selection, Machine Learning	P	ILRP, IQCCLE
Analysis and classification of student interaction data with prediction purposes (Interactions)	(Agudo-Peregrina et al., 2014)	T / M / R	Student Activity (Moodle log data)	Log data classification, Regression	P	ILRP, IQCCLE, IIL
Educational data mining	(Guerrero-Higueras et al., 2019)	S / T	Students actions on the system (version management system)	ML	P	ILRP, IQCCLE
Definition of high-level actionable indicators based on low level data.	(Alexandron et al., 2017)	S / T	Students' actions on the system (MOOC)	ML, Artificial Intelligence Techniques, Semantic modelling, Heuristics	P	ILRP, IQCCLE

*Research lines in SNOLA related to the prediction of dropout and students' performance. Codes used: User(s): T/S/M /R/ID (Teachers/Students/Manager/Researchers/Instructional Designers); Type: D/P (Descriptive/Predictive); Expected Benefit: See Table 2

Visual Analytics

A second category of research lines frequent in SNOLA is visual analytics (see Table 4). The focus on data visualization is also reported by Peña-Ayala (2018) as a main functionality of LA systems. In SNOLA, the groups that work in this research line aim at providing dashboards oriented to teachers (Gómez-Aguilar, García-Peñalvo, & Therón, 2014), students (Tobarra et al., 2014) or both (Ruipérez-Valiente, Muñoz-Merino, Leony & Delgado Kloos 2015). These systems are generally aimed at providing dashboards with indicators derived from the log data, but some of them are oriented to more specific purposes, like the one by Chaparro-Peláez, Iglesias-Pradas, Rodríguez-Sedano and Acquila-Natale (2019), which aims at supporting peer- and self-assessment processes. Most of these systems have a descriptive nature, although some others combine descriptive and prescriptive objectives (Tobarra et al., 2014). Sometimes these systems are also designed with the aim of helping managers allocate costs effectively (Cobos, Gil, Lareo, & Vargas, 2016), besides other outcomes, such as helping teachers identify indicators for learning. These systems use techniques specific to visual analytics, sometimes supported by heuristics or descriptive statistics. Some of the reported research lines are currently focused on frameworks to facilitate the automatic generation of visualizations, like the system by Vázquez-Ingelmo, García-Peñalvo, and Therón (2019), to generate dashboards adapted to the needs of different types of users, or the one by Hernández-García and Suárez-Navas, (2017) oriented to the creation of graph data based on social network analysis.

Table 4. Research lines related to Visual Analytics (See codes are the same as the ones described in Table 3)

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Expected benefit
Visual analytics of eLearning systems (VeLA)	(Gómez-Aguilar et al., 2014)	T	Students' actions on the VLE, Grades	Visual analytics	D	ILRP
LA Dashboards for virtual labs	(Tobarra et al., 2014)	S	Platforms logs	Heuristics	D/P	ILRP, PDS
Visual Analytics of students' actions	(Ruipérez-Valiente, et al., 2015)	S / T	Students' actions on the system (MOOC)	Visual analytics	D	ILRP, IQCCLE

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Expected benefit
LA Dashboard for MOOCs	(Cobos et al., 2016)	T / M	Students' actions on the system (MOOC), grades, demographics, self-reported data	Descriptive Statistics	D	PDS, ACE, IIL
Visualization of peer and self-assessment data in Moodle (MWDEX)	(Chaparro-Peláez, et al., 2019)	T	Peer-assessment grades (Moodle Workshops)	Visual Analytics	D	ILRP, IQCCLE, IIL
Automatic generation of adapted dashboards	(Vázquez-Ingelmo et al., 2019)	S / T / M / R		Multi-Dimensional Analysis (MDA), Machine Learning (ML)	D	ILRP, IQCCLE, PDS, ACE
Graph generation of educational data in online learning for social network analytics (GraphFES)	(Hernández-García & Suárez-Navas, 2017)	T / M	Student activity (Moodle log data-Forums)	Social Network Analysis, Data visualization	D	ILRP, IQCCLE, IIL

Support to active learning strategies

The systems in the previous categories are based on distance learning and/or MOOCs, but LA is also used to promote other types of learning. Table 5 describes the lines of research related to this goal. These types of learning include collaborative learning (Amarasinghe, Hernández-Leo, & Jonsson, 2019); adaptive learning (Muñoz-Merino, Novillo & Delgado Kloos, 2018); peer feedback (Er, Dimitriadis, & Gaseviç, 2019); social learning (Claros, Cobos, & Collazos, 2015), and flipped classrooms (Rubio-Fernández, Muñoz-Merino, & Delgado Kloos, 2019). All these

proposals share their orientation for both teachers and students. In general, they are expected to improve learner retention and performance (ILRP); to proactively drive success (PDS), by analyzing the paths that make the students perform better and using this knowledge to make recommendations to the users; and at improving the quality of the course content and the learning experience (IQCCL). In many cases, the results of the LA system are used to improve the learning design (LD) of the courses. This link between LA and LD is gaining momentum in the field of LA and may have higher impact in the upcoming years.

A slightly different approach related to this category is the one taken by Manso-Vázquez, Caeiro-Rodríguez and Llamas-Nistal, (2018) that aims at defining design criteria for self-regulated learning, including the definition of the traces that should be generated by these systems according to the xAPI specification.

Table 5. Research lines related to the use of LA to support different types of online learning (see Table 3 for the description of the codes)

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Goal
Orchestration of collaborative learning activities (PyramidApp)	(Amarasinghe, et al., 2019)	S / T	Actions on PyramidApp: progress in the activity, answers to the tasks, students' discussions	ML, descriptive statistics, data visualization	D P	ILRP PDS
Adaptive learning based on user models	(Muñoz-Merino et al., 2018)	S / T	Students' actions on the system (Intelligent Tutoring Systems)	Bayesian networks, rules, Item Response Theory.	P	ILRP, IQCCLE
Support to dialogic peer feedback (Synergy)	(Er et al., 2019)	S / T	Students actions on the system, content of the feedback,	Descriptive statistics	D	ILRP
Social learning supported by learning analytics	(Claros et al., 2015)	S / T	Students actions on the system (content and social)	SNA, CSCL	D	IQCCLE, PRFA

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Goal
Learning analytics to improve Flipped Classrooms	(Rubio-Fernández et al., 2019)	S / T	Students' actions on the system (SPOC)	Visual analytics, clustering, adaptation for improving the flipped classroom	D	ILRP IQCCLE
Definition of design criteria for self-regulated learning support tools	(Manso-Vázquez, et al., 2018)	M	xAPI profile	-	D	CBLM

Learning analytics for Learning Design

The fifth category recognizes the importance of the relation between learning design and LA in a different direction: using LA to support LD processes. This is the common goal of the two research lines reported in Table 6. The system by Michos, Hernández-Leo and Albó (2018) uses the actions on a social network for teachers to support learning design processes, while the line reported by Wiley, Dimitriadis, Bradford and Linn (2020) aims at developing a framework for developing and evaluating learning analytics for learning design.

Table 6. Research lines related to the use of LA to support learning design processes (see Table 3 for the description of the codes)

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Goal
Support to learning design processes (ILDE2)	(Michos, Hernández-Leo, & Albó, 2018)	T	Actions on ILDE2, (a kind of social network for teachers), feedback on teachers' and students	Social Network Analysis (SNA), data visualization, descriptive statistics	D	IQCCLE

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Goal
Learning analytics for learning design (OrLA, T-Glade, TAP)	(Wiley, Dimitriadis, Bradford, & Linn, 2020)	T / R	Students actions on the system (WISE science inquiry system); submission of results; grades	TAP (an NLP method)	D	ILRP IQCCLE

Assessment support

Assessment is a central aspect of learning. In response to this fact, some of the groups in SNOLA have devoted their work to this topic. The work by Villamañe, Larrañaga and Álvarez (2017) aims at supporting these processes by providing indicators to assist evaluators in adjusting their grades. Others have focused on supporting the assessment of 21st century skills (Menchaca Sierra, Guenaga, & Solabarrieta, 2018), some of them with a focus on workgroup assessment (Tobarra et al., 2017; Conde, Colomo-Palacios, García-Peñalvo, & Larrucea, 2018; Hernández-García, Acquila-Natale, Chaparro-Peláez, & Conde, 2018).

Table 7. Research lines related to assessment (see Table 3 for the description of the codes)

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Goal
Definition and adjustment of assessment processes (Ramon / TEA)	(Villamañe et al., 2017)	S / T / ID	Students' answers, grades	Statistics, Regression, NNLS, Data visualization	P	IQCCLE, PDS, ACE
Learning analytics for the assessment of 21st-century skills	(Menchaca et al., 2018)	S / T	Grades	Heuristics	P	PDS
Analysis of Moodle logs for decision making and workgroup assessment	(Tobarra et al., 2017)	S / T	MOOC platform logs	Heuristic	D	ILRP, IIL, CBLM

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Goal
Workgroup assessment	(Conde et al., 2018)	S / T	Students' actions on the system (VLE)	Quantitative analysis and heuristics	D	ILRP, PDS
Measurement and analysis of teamwork indicators in online education (TeamworkRM)	(Hernández-García et al., 2018)	T	Students' actions (Moodle log data- Forums & wikis)	Data classification (ETL), Regression	D P	ILRP, IQCCLE, IIL

Multimodal and contextual data

One of the challenges in LA is to improve the quality of the data used to derive indicators. In this order, one category of the research works reported in this study is devoted to the definition of new data sources for LA (see Table 7). These works explore the use of human-generated data like grades (Villamañe, Alvarez, & Larrañaga, 2020) or information provided by teachers in the learning design (Rodríguez-Triana, Martínez-Monés, Asensio-Pérez, & Dimitriadis, 2015); biometric signals captured with sensors (de Arriba-Pérez, Caeiro-Rodríguez, & Santos-Gago, 2018); or multimodal data including both self-reported and sensor-based data (Vujovic & Hernández-Leo, 2019). Some of these works are exploratory, and are aimed at identifying indicators for learning based on new data sources or at defining better learner models.

Table 8. Research lines related to the use of multimodal data and/or context-aware data (see Table 3 for the description of the codes)

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Goal
Students monitoring in blended learning environments (CASA, AdESMuS)	(Villamañe et al., 2020)	S / T	Grades	Statistics, Linear Regression, Data visualization	D	ILRP, PDS

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Goal
Multimodal learning analytics of f2f collaborative learning	(Vujovic & Hernández-Leo, 2019)	T / R	Multimodal data, motion capture, EDA, sound, students' self-reported data	ML, statistic analysis	D	IQCCLEIHL
Use of wearables to estimate levels of stress and sleep quality.	(de Arriba-Pérez et al. 2018)	S	Biometric signals	ML	D	CBLM
Design-aware learning analytics (GLUE!-CASS, Glimpse)	(Rodríguez-Triana et al. 2015)	T	Students actions on the system (DLE), data from the learning design, self-reported data	Heuristics	D	ILRP, PRFA

Emotion and sentiment analysis

One of the ways to design improved learner models is the capability to model emotions. A group of research lines is devoted to this goal (see Table 9). For example, some of the works reported perform sentiment analysis on data taken from the posts of students in forums (Ros et al., 2017) or the actions of the students in MOOCs and MOOC contents (Cobos, Jurado, & Blázquez-Herranz, 2019). Another approach is the one taken by Ruiz, Urretavizcaya, Rodríguez and Fernández-Castro (2018) who modeled emotions based on self-reported data.

Table 9. Research lines related to emotion modelling and sentiment analysis data (see Table 3 for the description of the codes)

Research line	Publication	User(s)	Data sources	Analysis techniques	Type	Goal
Social and sentiment analysis	(Ros et al., 2017)	S / T	Forum messages	Heuristics	D	ILRP
Academic success prediction based on emotion modelling (PresenceClick)	(Ruiz et al., 2018)	S / T	Sensors, self-reported emotions	Transition matrix, Decision trees, Data visualization	P	ILRP, PDS
Sentiment Analysis	(Cobos et al., 2019)	T / M	Student. actions on the system (MOOC), MOOC contents	Descriptive analytics, Natural Language Processing (NLP), Sentiment Analysis	D	ILRP, IQCCLPDS

A final research line is related to the definition of frameworks for the adoption of LA, enacted by the participation of one of the groups in the projects SHEILA (Tsai et al., 2018) and LALA. Both projects deal with one of the challenges posed to LA at a national and international level: institutional adoption of LA. The following section deals with this and other challenges for LA in the context of SNOLA.

MAIN CHALLENGES TO LA IN SPAIN FROM THE PERSPECTIVE OF SNOLA

One of the missions of SNOLA is to identify the research challenges that should drive the attention of the research and development in the field for the next few years. In the survey used for this study, the members of the network were asked to identify the main challenges faced by the LA field. A total of 36 challenges were identified by the respondents. The answers were analyzed and clustered around main topics. This section provides a brief summary of their responses.

Table 10. Main categories of challenges identified from the responses to the survey, and the frequency of the responses that could be attributed to that category

Type of challenge	Frequency
Ethical, privacy and security issues	7
Increase adoption by end users	8
Quality of the process and the results	6
Personalization / Adaptation / Interoperability	5
Pedagogical challenges	5
Apply LA at an institutional level	5

- **Ethical, privacy and security issues were among the issues most frequently mentioned.** Overall, the survey shows that there is a strong concern about the need for an ethical commitment with the data by the researchers working in LA. There is a common understanding that our work has to comply with the new regulations about data protection –e.g. the General Data Protection Regulation (EU, 2016)–, and that all stakeholders need more training and tools to address this need (Drarschler & Greller, 2016). This is a global challenge in LA at an international level (Slade & Prinsloo, 2013), but it has local implications, related to national-level regulations and the ways that local users (individuals, schools, universities) in our context are (or are not) developing procedures to deal with ethical and data privacy and security issues.
- Partially related to the ethical commitment with data is the need to **increase the quality of the analytical processes and the results.** Some of the respondents pointed out that LA needs to provide valid and reliable results, so that users have the confidence to apply them in their practice. This challenge involves working in improved indicators, which provide more accurate proxies to learning, developing tools to check the validity and reliability of the LA-results, or collecting high-quality data. Some of the responses pointed out to the need of considering contextual issues to enrich the analysis and increase the validity of the results.
- Besides defining better learner models, another group of challenges addressed pedagogical issues, focusing on **improving real learning.** This goal is at the core of the definition of LA (Gašević, Dawson and Siemens, 2015). However, its achievement has proven to be especially difficult because –as pointed out by one of the participants– LA has to deal with complex sociotechnical systems. While the general idea is to keep on doing research about learning and building improved learner models, one alternative approach to deal with the overall difficulty to address learning is suggested by another participant “to focus on providing better tools for teachers, which will lead to better learning”.
- **Increase adoption by end users.** LA solutions need to address the demands of their users while considering their constraints. This goal could be achieved

by means of co-design approaches that consider the users' perspective from the outset, or by reinforcing teachers' training, thus helping to develop a culture of data-based analysis. This focus on users is shared by Ferguson et al. (2016), who pointed out that the field of LA is nowadays more represented by the "supply side" (researchers offering tools and systems) than by the "demand side" (end users), and that this should be addressed in order for LA to provide more actionable applications.

- **Increase personalization / interoperability of data and tools.** A complementary approach to increase adoption is to focus on providing tools able to adapt / to be personalized to the needs of different types of users and contexts. In this regard, one particular issue that has to be solved is to design interoperable solutions that may enable the integration of the tools in existing educational systems and may be perceived as easier to adopt by end-users.
- **Take measures to apply LA at an institutional level.** Finally, several participants pointed out the need for organizational structures to support the use of LA and help educational leaders implement these challenges. Some specific actions in this line would be to set up an institution, such as a center for data driven studies, or to promote initiatives around LA at institutional levels, like CRUE (Conference of the Spanish University Principals), which is the main link between the Universities and the Spanish Government. This problem of encouraging a wider institutional adoption can be addressed by considering the recommendations given by the SHEILA project (Tsai et al., 2018), in which a SNOLA member participated as a partner.

CONCLUSIONS

SNOLA has played a main role in the promotion of LA in Spain since its foundation in 2013, through the activity carried out by the network, including the organization of conferences and LA-related events, as well as the contributions of each member group to the field. The review to the research lines reported by the members of SNOLA shows a multifaceted and intense activity, covering a wide range of topics and approaches and including connections with other LA research groups and organizations at an international level.

Most of the members of the network have a technical background. As a consequence, their research lines are mostly focused on technological contributions, as described in this paper. In spite of this bias, the members of SNOLA are aware of the global challenges in the field, are not restricted to technological issues. Among these challenges, the participants highlight the need for an ethical commitment with data; the design of systems that are able to adapt to the needs and demands of their users; and the establishment of a wider institutional framework to support and foster advances in the field. In order to face these challenges, the network might benefit from establishing connections with networks, groups, or individuals coming

from complementary fields, such as pedagogy, psychology and/or philosophy. These problems are aligned with the ones pointed out by Pelánek (2020) in a recent review of the challenges of the field at an international level.

This work is just a first step towards the analysis of the impact of SNOLA in the development of LA in our context, which may be complemented with new analyses (i.e., a study on the structure of dynamics of the network), or with a deeper discussion considering research in LA at an international level.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research has been co-funded by the National Research Agency of the Spanish Ministry of Science, Innovation and Universities and the Structural Funds (FSE and FEDER) under project grants RED2018-102725-T, TIN2017-85179-C3-1-R, TIN2017-85179-C3-2-R, TIN2017-85179-C3-3-R and TIN2016-80172-R; by FEDER/Castille and Leon Regional Government grant VA257P18; by the Basque Government under grant number IT980-16 and by the Catalan Government under grant number 2017SGR1619. This work has been co-funded by the Madrid Regional Government, through the project e-Madrid-CM (S2018/TCS-4307), the e-Madrid-CM project is also co-financed by the Structural Funds (FSE and FEDER). D. Hernández-Leo acknowledges the support by ICREA under the ICREA Academia programme.

REFERENCES

- Agudo-Peregrina, Á. F., Iglesias-Pradas, S., Conde-González, M. A., & Hernández-García, Á. (2014). Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning. *Computers in Human Behavior*, 31, 542-550. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.031>
- Alexandron, G., Ruipérez-Valiente, J. A., Chen, Z., Muñoz-Merino, P. J., & Pritchard, D. E. (2017). Copying@ Scale: Using harvesting accounts for collecting correct answers in a MOOC. *Computers & Education*, 108, 96-114.
- Amarasinghe, I., Hernández-Leo, D., & Jonsson, A. (2019). Data-informed design parameters for adaptive collaborative scripting in across-spaces learning situations. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1-24.
- Bote-Lorenzo, M. L., & Gómez-Sánchez, E. (2018). An Approach to Build in situ Models for the Prediction of the Decrease of Academic Engagement Indicators in Massive Open Online Courses. *J. UCS*, 24(8), 1052-1071.
- Caeiro-Rodríguez, M., Hernández-García, Á., & Muñoz-Merino, P. J. (2019). *LASI-SPAIN 2019 - Conference Proceedings*. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-2415/>
- Chaparro-Peláez, J., Iglesias-Pradas, S., Rodríguez-Sedano, F. J., & Acquila-Natale, E. (2019). Extraction, Processing and Visualization of Peer Assessment Data in Moodle. *Applied Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/app10010163>

- Claros, I., Cobos, R., & Collazos, C. A. (2015). An Approach Based on Social Network Analysis Applied to a Collaborative Learning Experience. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(2), 190-195. <https://doi.org/10.1109/TLT.2015.2453979>
- Cobos, R., Gil, S., Lareo, Á., & Vargas, F. (2016). Open-DLAs: An open dashboard for learning analytics. In *L@S 2016 - Proceedings of the 3rd 2016 ACM Conference on Learning at Scale*. <https://doi.org/10.1145/2876034.2893430>
- Cobos, R., Jurado, F., & Blázquez-Herranz, A. (2019). A Content Analysis System that supports Sentiment Analysis for Subjectivity and Polarity detection in Online Courses. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 14(4), 177-187. <https://doi.org/10.1109/rita.2019.2952298>
- Cobos, R., & Olmos, L. (2018). A Learning Analytics Tool for Predictive Modeling of Dropout and Certificate Acquisition on MOOCs for Professional Learning. In *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (Vol. 2018-Decem, pp. 1533-1537). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607541>
- Conde, M. A., Colomo-Palacios, R., García-Peñalvo, F. J., & Larrucea, X. (2018). Teamwork assessment in the educational web of data: A learning analytics approach towards ISO 10018. *Telematics and Informatics*, 35(3), 551-563. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.02.001>
- Conde-González, M. Á., & Hernández-García, Á. (2013). A Promised Land for Educational Decision-making?: Present and Future of Learning Analytics. In *ACM International Conference Proceeding Series* (pp. 239-243). <https://doi.org/10.1145/2536536.2536573>
- Conde-González, M. Á., & Hernández-García, Á. (2019). Learning Analytics: The End of the Beginning. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 248-252). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362943>
- de Arriba-Pérez, F., Caerio-Rodríguez, M., & Santos-Gago, J. M. (2018). How do you sleep? Using off the shelf wrist wearables to estimate sleep quality, sleepiness level, chronotype and sleep regularity indicators. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9(4), 897-917. <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0477-5>
- Drachsler, H., & Greller, W. (2016). Privacy and Analytics – it's a DELICATE issue. A Checklist to establish trusted Learning Analytics. 6th Learning Analytics and Knowledge Conference 2016, April 25-29, 2016, Edinburgh, UK.
- EC (2016). *Learning Analytics: Key messages*. Retrieved from https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/2016-pla-learning-analytics_en.pdf
- EU (2016). Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC. Off. J. Eur. Union, L119 (2016), pp. 1-88.
- Er, E., Dimitriadis, Y., & Gasević, D. (2019). An analytics-driven model of dialogic peer feedback. In *13th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL 2019)*. Lyon, France.
- Ferguson, R., Brasher, A., Clow, D., Cooper, A., Hillaire, G., Mittelmeier, J., ... Vuorikari, R. (2016). Research evidence on the use of learning analytics: Implications for education policy.
- Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics

- are about learning. *TechTrends*, 59(1), 64-71.
- Gómez-Aguilar, D. A., García-Peñalvo, F. J., & Therón, R. (2014). Analítica visual en e-learning. *Profesional de La Información*, 23(3), 236-245. <https://doi.org/10.3145/epi.2014.may.03>
- Guerrero-Higueras, Á. M., DeCastro-García, N., Rodríguez-Lera, F. J., Matellán, V., & Conde, M. Á. (2019). Predicting academic success through students' interaction with Version Control Systems. *Open Computer Science*, 9(1), 243-251.
- Hernández-García, Á., Acquila-Natale, E., Chaparro-Peláez, J., & Conde, M. Á. (2018). Predicting teamwork group assessment using log data-based learning analytics. *Computers in Human Behavior*, 89, 373-384. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.016>
- Hernández-García, Á., & Suárez-Navas, I. (2017). GraphFES: A Web Service and Application for Moodle Message Board Social Graph Extraction. In B. Kei Daniel (Ed.), *Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice* (167-194). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06520-5_11
- LACE (2020). Learning Analytics Community Exchange Project Webpage, <http://www.laceproject.eu>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social. An introduction to actor-network-theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Omedes, J. (2018). Learning Analytics 2018 - An updated perspective. Retrieved from <https://www.iadlearning.com/learning-analytics-2018>.
- Manso-Vázquez, M., Caerio-Rodríguez, M., & Llamas-Nistal, M. (2018). An xAPI Application Profile to Monitor Self-Regulated Learning Strategies. *IEEE Access*, 6, 42467-42481.
- Martínez, J. A., Campuzano, J., Sancho-Vinuesa, T., & Valderrama, E. (2019). Predicting student performance over time. A case study for a blended-learning engineering course. *CEUR Workshop Proceedings*, 2415, 43-55. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-2415/paper05.pdf>
- Menchaca Sierra, I., Guenaga, M., & Solabarrieta, J. (2018). Learning analytics for formative assessment in engineering education. *The International Journal of Engineering Education*, 34(3), 953-967.
- Michos, K., Hernández-Leo, D., & Albó, L. (2018). Teacher-led inquiry in technology-supported school communities. *British Journal of Educational Technology*, 49(6), 1077-1095.
- Moreno-Marcos, P. M., Muñoz-Merino, P. J., Maldonado-Mahauad, J., Pérez-Sanagustín, M., Alario-Hoyos, C., & Delgado Kloos, C. D. (2020). Temporal analysis for dropout prediction using self-regulated learning strategies in self-paced MOOCs. *Computers & Education*, 145, 103728.
- Muñoz-Merino, P. J., Novillo, R. G., & Delgado Kloos, C. D. (2018). Assessment of skills and adaptive learning for parametric exercises combining knowledge spaces and item response theory. *Applied Soft Computing*, 68, 110-124.
- Papamitsiou, Z., Giannakos, M., and Ochoa, X. (2020). From childhood to maturity: Are we there yet?: Mapping the intellectual progress in learning analytics during the past decade, in *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 559-568). <https://doi.org/10.1145/3375462.3375519>
- Pelánek, R. (2020). Learning Analytics Challenges: Trade-offs, Methodology, Scalability, In *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, (pp. 554-558). <https://doi.org/10.1145/3375462.3375463>
- Peña-Ayala, A. (2018). Learning analytics: A glance of evolution, status, and trends

- according to a proposed taxonomy. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 8(3), e1243. <https://doi.org/10.1002/widm.1243>
- Rodríguez-Triana, M. J., Martínez-Monés, A., Asensio-Pérez, J. I., & Dimitriadis, Y. (2015). Scripting and monitoring meet each other: Aligning learning analytics and learning design to support teachers in orchestrating CSCL situations. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 330-343.
- Ros, S., Lázaro, J. C., Robles-Gómez, A., Caminero, A. C., Tobarra, L., & Pastor, R. (2017). Analyzing Content Structure and Moodle Milestone to Classify Student Learning Behavior in a Basic Desktop Tools Course. In *Proc. of Intl. Conference Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM)*. Cádiz, Spain.
- Rubio-Fernández, A., Muñoz-Merino, P. J., & Delgado Kloos, C. (2019). A learning analytics tool for the support of the flipped classroom. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(5), 1168-1185.
- Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz-Merino, P. J., Leony, D., & Delgado Kloos, C. (2015). ALAS-KA: A learning analytics extension for better understanding the learning process in the Khan Academy platform. *Computers in Human Behavior*, 47, 139-148.
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., Rodríguez, C., & Fernández-Castro, I. (2018). Predicting students' outcomes from emotional response in the classroom and attendance. *Interactive Learning Environments*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1528282>
- Slade, S., & Prinsloo, P. (2013). Learning analytics ethical issues and dilemmas. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1510-15
- SOLAR (2020). Society for Learning Analytics Research webpage: <http://solaresearch.org>
- SNOLA (2020). Spanish Network of Learning Analytics: <http://www.snola.es>
- Tobarra, L., Ros, S., Hernández, R., Robles-Gómez, A., Caminero, A. C., & Pastor, R. (2014). Integrated Analytic dashboard for virtual evaluation laboratories and collaborative forums. In *2014 XI Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (Technologies Applied to Electronics Teaching) (TAEe)* (pp. 1-6).
- Tobarra, L., Ros, S., Hernández, R., Robles-Gómez, A., Pastor, R., Caminero, A. C., ... Claramonte, J. (2017). Analyzing Students' Behavior in UNED-COMA MOOCs. In *LASI-SPAIN* (pp. 124-137).
- Tsai, Y.-S., Gašević, D., Whitelock-Wainwright, A., Muñoz-Merino, P. J., Moreno-Marcos, P. M., Fernández, A. R., ... others. (2018). SHEILA: Support Higher Education to Integrate Learning Analytics.
- Vázquez-Ingelmo, A., García-Peñalvo, F. J., & Therón, R. (2019). Taking advantage of the software product line paradigm to generate customized user interfaces for decision-making processes: A case study on university employability. *PeerJ Computer Science*, 5. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.203>
- Villamañe, M., Alvarez, A., & Larrañaga, M. (2020). CASA, An Architecture to Support Complex Assessment Scenarios. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2966595>
- Villamañe, M., Larrañaga, M., & Álvarez, A. (2017). Rating monitoring as a means to mitigate rater effects and controversial evaluations. In *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality- TEEM 2017* (pp. 1-8). Cádiz, Spain: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/3144826.3145389>
- Vujovic, M., & Hernández-Leo, D. (2019). Shall We Learn Together in Loud Spaces? Towards Understanding the Effects of

Sound in Collaborative Learning, 891-892.
Wiley, K., Dimitriadis, Y., Bradford, M., & Linn, M. (2020). From Theory to Action: Developing and Evaluating Learning Analytics for Learning Design. In *Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK 2020)*. Frankfurt, Germany

ACADEMIC AND PROFESSIONAL PROFILE OF THE AUHORS

Alejandra Martínez Monés is Associate Professor at the Department of Computer Science (Universidad de Valladolid). She is a member of the GSIC research group. <http://orcid.org/0000-0003-3201-0345>
E-mail: amartine@infor.uva.es

Yannis Dimitriadis is a Full Professor at the Department of Signal Theory, Communications and Telematics Engineering, Universidad de Valladolid, and coordinator of the GSIC research group. <http://orcid.org/0000-0001-7275-2242>
E-mail: yannis@tel.uva.es

Dr. Emiliano Acquila-Natale is Assistant Professor at the Department of Organization Engineering, Business Administration and Statistics (School of Telecommunication Engineering, Universidad Politécnica de Madrid). <http://orcid.org/0000-0003-2164-8386>
E-mail: emiliano.acquila@upm.es

Ainhoa Álvarez is a faculty member of the Computer Languages and Systems' Department at the University of the Basque Country UPV/EHU. <http://orcid.org/0000-0003-0735-5958>
E-mail: ainhoa.alvarez@ehu.eus

Manuel Caeiro Rodríguez is faculty member of the Department of Telematic Engineering at the University of Vigo. He is member of the research group of Telematic Engineering Systems. <http://orcid.org/0000-0002-2784-6060>
E-mail: mcaeiror@gmail.com

Ruth Cobos is Associate Professor at the Department of Computer Science Engineering of Universidad Autónoma de Madrid. She is member of the GHIA research group. <http://orcid.org/0000-0002-3411-3009>
E-mail: ruth.cobos@uam.es

Miguel Ángel Conde-González is Associate professor at the University of León. He is a member of the Robotics research group of the University of León and GRIAL research group of the University of Salamanca. <http://orcid.org/0000-0001-5881-7775>
E-mail: mcong@unileon.es

Francisco José García-Peñalvo is a Full Professor at the Department of Computer Science, University of Salamanca, member of the Research Institute for Educational Sciences and head of the GRIAL research group. <http://orcid.org/0000-0001-9987-5584>
E-mail: fgarcia@usal.es

Davinia Hernández-Leo is Full Professor and Icrea Academia Fellow at the Department of Information and Communication Technologies, Universitat Pompeu Fabra, and the head of the TIDE research group. <http://orcid.org/0000-0003-0548-7455>
E-mail: davinia.hernandez-leo@upf.edu

Iratxe Menchaca Sierra is Associate Researcher at Faculty of Engineering of University of Deusto of Bilbao. She is member of the Deusto LearningLab group. <http://orcid.org/0000-0002-6594-6716>
E-mail: iratxe.mentxaka@deusto.es

Pedro J. Muñoz-Merino in Associate Professor at the Department of Telematics Engineering at Universidad Carlos III de Madrid. <http://orcid.org/0000-0002-2552-4674>
E-mail: pedmume@it.uc3m.es

Salvador Ros is Associate Professor at UNED (Spanish Distance University) at the School of Computer Science. <http://orcid.org/0000-0001-6330-4958>
E-mail: sros@scc.uned.es

Teresa Sancho-Vinuesa is Full Professor at the School of Computer Science, Multimedia and Communication. She is the Director of the Degree on Applied Data Science. <http://orcid.org/0000-0002-0642-2912>
E-mail: tsancho@uoc.edu

Date of receipt: 24/01/2020

Date of acceptance: 27/02/2020

Date of layout: 11/04/2020

Privacidad, seguridad y legalidad en soluciones educativas basadas en Blockchain: Una Revisión Sistemática de la Literatura

(Privacy, security and legality in educational solutions based on Blockchain: A Systematic Literature Review)

Daniel Amo Filvà

Universitat Ramon Llull, URL (España)

Marc Alíer

Universitat Politècnica de Catalunya, UPC (España)

Francisco José García-Peñalvo

Universidad de Salamanca, USAL (España)

David Fonseca

Universitat Ramon Llull, URL (España)

María José Casañ

Universitat Politècnica de Catalunya, UPC (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26388>

Cómo referenciar este artículo:

Amo, D. F., Alíer, M., García-Peñalvo, F. J., Fonseca, D., y Casañ, M. J. (2020). Privacidad, seguridad y legalidad en soluciones educativas basadas en Blockchain: Una Revisión Sistemática de la Literatura. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 213-236. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26388>

Resumen

La Analítica del Aprendizaje (proveniente del término en inglés Learning Analytics) procesa los datos de los estudiantes, incluso los estudiantes menores de edad. El ciclo analítico consiste en recoger datos, almacenarlos durante largos períodos y utilizarlos para realizar análisis y visualizaciones. A mayor cantidad de datos, mejores resultados en el análisis. Este análisis puede ser descriptivo, predictivo e, incluso, prescriptivo, lo que implica la gestión, el tratamiento y la utilización de datos personales. El contexto educativo es, por lo tanto, muy sensible, a diferencia de los contextos individuales en los que el análisis se utiliza a voluntad. No está claro cómo están utilizando los datos de los estudiantes las empresas de tecnología que dan servicio en educación y a quiénes realmente se les beneficia, cómo esto afectará a los

estudiantes en un futuro a corto y largo plazo, o qué nivel de privacidad o seguridad se aplica para proteger los datos de los estudiantes. Por consiguiente, y en relación con lo expuesto, el análisis de datos educativos implica un contexto sensible y de fragilidad en la gestión y análisis de datos personales de los estudiantes, incluidos menores, en el que hay que maximizar las precauciones. En esta revisión sistemática de la literatura se explora la importancia de la protección y seguridad de los datos personales en el campo de la educación mediante las promesas emergentes de los interesados en usar la tecnología *blockchain*. Los resultados denotan que es importante entender las implicaciones y riesgos derivados de usar tecnologías emergentes en educación, su relación con la sociedad y la legalidad vigente.

Palabras clave: privacidad y seguridad de datos personales educativos; tecnología educativa; confidencialidad, leyes de protección de datos.

Abstract

Learning Analytics processes student data, even for students under 18. The analytical cycle consists of collecting data, storing it for long periods and using it for analysis and visualization. The more data, the better the analysis. This analysis can be descriptive, predictive and, even, prescriptive, which involves the management, processing and use of personal data. The educational context is, thus, very sensitive, unlike individual contexts where analysis is used at will. It is not clear how student data are being used by technology companies serving education and who is actually benefiting, how this will affect students in the short and long-term future, or what level of privacy or security is applied to protect student data. Therefore, and in relation to the above, analyzing educational data implies a sensitive and fragile context in the management and analysis of personal data of students, including minors, in which precautions must be maximized. This systematic review of the literature explores the importance of personal data protection and security in the field of education through the emerging promises of those interested in using blockchain technology. The results show that it is important to understand the implications and risks derived from the use of emerging technologies in education, their relationship with society and the current legislation.

Keywords: privacy and security for personal and educational data; education technology; confidentiality; data protection laws.

En el uso de *Learning Analytics* se procesan los datos de los estudiantes, incluso de los estudiantes menores de edad (Herold, 2014; Williamson, 2017). El ciclo analítico consiste en recoger datos, metadatos y datos personales, almacenarlos durante largos períodos y utilizarlos para realizar análisis y visualizaciones (Chatti, Dyckhoff, Schroeder y Thüs, 2012; Amo y Santiago, 2017). A mayor cantidad de datos, mejores resultados en el análisis. Este análisis puede ser descriptivo, predictivo e incluso prescriptivo, lo que implica la gestión, el tratamiento y la utilización de datos personales necesarios para identificar y vincular al estudiante con los resultados del aprendizaje. Este contexto es muy sensible, a diferencia de los contextos individuales en los que el análisis se utiliza a voluntad. No está claro:

- ¿Cómo están utilizando los datos de los estudiantes las empresas de tecnología que dan servicio en educación y a quiénes realmente se les beneficia?
- ¿Cómo esto afectará a los estudiantes en un futuro a corto y largo plazo?
- ¿Qué nivel de privacidad o seguridad se aplica para proteger los datos de los estudiantes?

Por consiguiente, y en relación con lo expuesto, el análisis de datos educativos implica un contexto sensible y de fragilidad en la gestión y análisis de datos personales de los estudiantes, incluidos menores, en el que hay que maximizar las precauciones.

En esta revisión sistemática de la literatura (en inglés, *Systematic Literature Review*, SLR); se explora la importancia de la protección y seguridad de los datos personales en el campo de la educación mediante las promesas emergentes de los interesados en usar la tecnología *blockchain*. Es importante entender las implicaciones de usar tecnologías emergentes, su relación con la sociedad y los riesgos legales derivados de sus distintos usos.

El presente trabajo se organiza en distintas secciones en las que se expone:

- La metodología, sus aspectos, fases y pasos, para la revisión y el mapeo sistemático de la literatura.
- Los resultados extraídos del mapeo sistemático.
- Los resultados extraídos de la revisión sistemática de la literatura.
- Discusión sobre los descubrimientos encontrados en el proceso.
- Las amenazas a la validez del estudio.

METODOLOGÍA – REVISIÓN Y MAPEO SISTEMÁTICOS

Una revisión sistemática de la literatura (a menudo denominada revisión sistemática o revisión de la literatura) resume las evidencias existentes de un tema de investigación para presentar una evaluación de manera científica. La evidencia empírica es un tema importante para los investigadores de ingeniería de *software* con el objetivo de ayudar a identificar los vacíos en la investigación actual y proporcionar una base para identificar nuevas oportunidades de investigación. Kitchenham y Charters (2007) establecen una metodología para realizar revisiones rigurosas de la evidencia empírica actual a la comunidad de ingeniería de *software*. Por tanto, el propósito principal de una revisión sistemática para los investigadores de ingeniería de *software* es detectar, evaluar, comprender e interpretar los estudios disponibles en la literatura en relación con sus preguntas de investigación. El propósito de esta investigación tiene objetivos de ingeniería de *software*, por tanto, se toma la aproximación de Kitchenham para la realización de la revisión sistemática.

Kitchenham y Charters (2007) introducen los estudios de mapeo sistemático como complemento de las revisiones sistemáticas. El objetivo de esta metodología es proporcionar una visión general de un área de investigación, identificar otras

áreas adecuadas para llevar a cabo revisiones sistemáticas de la literatura y clasificar la literatura disponible para su uso en revisiones posteriores. Por consiguiente, el trabajo actual está organizado por las principales actividades propuestas por Kitchenham y Charters, tales como la planificación, realización y presentación de informes del estudio.

Revisión y planificación del mapeo

En el diseño de los procesos de revisión y mapeo, se identifican los diferentes objetivos, el protocolo de cumplimiento de objetivos y otros detalles relevantes anotados por Kitchenham y Charters (2007). En las siguientes secciones, se establece una explicación de cada aspecto relevante. El objetivo de utilizar el mapeo semántico es responder a las siguientes preguntas de mapeo (MQ, del inglés *Mapping Questions*) en relación con el problema detectado y el campo de estudio relacionado con la educación y *blockchain*:

- MQ1. ¿Cuántos estudios se han publicado a lo largo de los años?
- MQ2. ¿Quiénes son los autores más activos?
- MQ3. ¿Qué medios de publicación son los principales en la difusión de la investigación?
- MQ4. ¿En qué dominios se ha publicado?

El objetivo de utilizar la investigación sistemática es responder a las siguientes preguntas de investigación (RQ, del inglés *Research Questions*) en relación con el problema detectado y el campo de estudio relacionado con la educación y *blockchain*:

- RQ1. ¿Qué soluciones se han aportado en el campo de estudio?
- RQ2. ¿Qué problemas de seguridad presenta la tecnología *blockchain*?
- RQ3. ¿La tecnología *blockchain* cumple con el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD)?
- RQ4. ¿Qué puede resolver la tecnología *blockchain* en relación con el problema?

Se define el alcance revisión bibliográfica en base al método PICOC (*Population, Intervention, Outcome and Context*) (Petticrew y Roberts, 2008). Sin embargo, este SLR no implica una fase de comparación.

- Población: Tecnología *blockchain* aplicada en la educación.
- Intervención: Soluciones que son desarrolladas, teorizadas o aplicadas para procesar datos educativos mediante tecnología *blockchain* de manera genérica, en procesos de *Learning Analytics* o de *Smart Contracts*.
- Comparación: No se planifica ninguna intervención de comparación.

- Resultados: Nivel de garantía de confidencialidad y seguridad de los datos e identidad de los estudiantes.
- Contexto: Entornos relacionados con la educación y la cadena de bloqueo, como las universidades.

Criterios inclusión y exclusión

Los criterios utilizados para incluir o excluir un trabajo se organizan en cuatro criterios de inclusión (IC, del inglés *Inclusion Criteria*) y cuatro criterios de exclusión (EC, del inglés *Exclusion Criteria*):

- IC1: La coincidencia presentada se aplica a los campos de la educación Y de *blockchain* (Y).
- IC2: La coincidencia presentada soporta procesos educativos O de *Learning Analytics* O de *Smart Contracts* O de seguridad O de privacidad O legales en relación con el RGPD (Y).
- IC3: Los trabajos se escriben en inglés (Y).
- IC4: Los artículos se publican en Revistas, Libros, Conferencias o Talleres revisados por pares.

Se establecen los siguientes criterios de exclusión:

- EC1: La coincidencia presentada no se aplica a los campos de educación O *blockchain* (O).
- EC2: La coincidencia presentada no soporta procesos educativos O de *Learning Analytics* O de *Smart Contracts* O de seguridad O de privacidad O legales en relación con el RGPD (O).
- EC3: Los trabajos no se escriben en inglés (O).
- EC4: Los artículos no se publican en Revistas, Libros, Conferencias o Talleres revisados por pares.

Se eligen las bases de datos electrónicas que siguen los siguientes requisitos: es capaz de utilizar expresiones lógicas o un mecanismo similar; permite búsquedas de larga duración o búsquedas sólo en campos específicos de las obras; está disponible para los investigadores (a través de las instituciones, a través de nuestra pertenencia a asociaciones como IEEE o ACM, que son responsables de algunas de las bases de datos utilizadas, etc.); es una de las más relevantes en el área de investigación de interés de este proceso de mapeo: informática y educación.

La búsqueda se realiza en las siguientes bases de datos electrónicas: Digital ACM Library, Web of Science, IEEE Xplore y Springer Link.

Cadena de búsqueda

Para crear la cadena de búsqueda se realiza un proceso de identificación de los términos principales y significativos a partir de tres elementos esenciales: las preguntas de investigación, el PICOC y las posibles variaciones ortográficas y sinónimas. En base a los términos identificados, se define una cadena de consulta utilizando los operadores booleanos Y/O y el comodín (*) para encontrar cualquier palabra con sus diferentes terminaciones posibles (plural, singular, etc.). La cadena de consulta resultante es:

(blockchain Y education) O (blockchain Y "learning analytics") O (blockchain Y learning) O (blockchain Y "security issue*") O (blockchain Y "security challenge*")
 O (blockchain Y privacy) O (blockchain Y "privacy challenge*") O (blockchain Y "privacy challenge*") O (blockchain Y gdpr)

Esta cadena de consulta se adapta a cada una de las fuentes de búsqueda, resultando en una estructura de búsquedas muy exhaustiva por cada una de la base de datos electrónica (ver tabla 1, tabla 2, tabla 3 y tabla 4).

Tabla 1. Cadenas de búsqueda personalizadas para Digital ACM Library

Base de datos	Cadenas de búsquedas personalizadas	Resultados
Digital ACM Library	(+blockchain +education)	52
Digital ACM Library	(+blockchain + "learning analytics")	3
Digital ACM Library	(+blockchain +learning)	234
Digital ACM Library	(+blockchain AND +privacy)	276
Digital ACM Library	(+blockchain + "privacy challenge*")	2
Digital ACM Library	(+blockchain + "privacy issue*")	6
Digital ACM Library	(+blockchain AND +security)	408
Digital ACM Library	(+blockchain AND + "security challenge*")	3
Digital ACM Library	(+blockchain AND + "security issue*")	6
Digital ACM Library	(+blockchain AND GDPR)	2

Tabla 2. Cadenas de búsqueda personalizadas para Web of Science

Base de datos	Cadenas de búsquedas personalizadas	Resultados
Web of Science	TS=(blockchain AND education) Databases= WOS, CCC, DIIDW, KJD, MEDLINE, RSCI, SCIELO Timespan=All years Search language=English	95

Base de datos	Cadenas de búsquedas personalizadas	Resultados
Web of Science	TS=(blockchain AND learning) Research areas: (Education Educational Research)Databases= WOS, CCC, DIIDW, KJD, MEDLINE, RSCI, SCIELO Timespan=All years Search language=English	23
Web of Science	TS=(blockchain AND “learning analytics”) Databases= WOS, CCC, DIIDW, KJD, MEDLINE, RSCI, SCIELO Timespan=All years Search language=English	4
Web of Science	TS=(blockchain AND “privacy challenge”) Databases= WOS, CCC, DIIDW, KJD, MEDLINE, RSCI, SCIELO Timespan=All years Search language=English	13
Web of Science	TS=(blockchain AND “privacy issue”) Databases= WOS, CCC, DIIDW, KJD, MEDLINE, RSCI, SCIELO Timespan=All years Search language=English	52
Web of Science	TS=(blockchain AND “security challenge”) Databases= WOS, CCC, DIIDW, KJD, MEDLINE, RSCI, SCIELO Timespan=All years Search language=English	32
Web of Science	TS=(blockchain AND “security issue”) Databases= WOS, CCC, DIIDW, KJD, MEDLINE, RSCI, SCIELO Timespan=All years Search language=English	60
Web of Science	TS=(blockchain AND GDPR) Databases= WOS, CCC, DIIDW, KJD, MEDLINE, RSCI, SCIELO Timespan=All years Search language=English	27

Tabla 3. Cadenas de búsqueda personalizada para IEEE Xplore

Base de datos	Cadenas de búsquedas personalizadas	Resultados
IEEE Xplore	((“Full Text & Metadata”:blockchain) AND “All Metadata”:education)	719
IEEE Xplore	((“Full Text & Metadata”:blockchain) AND “All Metadata”:“learning analytics”)	19
IEEE Xplore	((“Full Text & Metadata”:blockchain) AND “All Metadata”:“privacy challenge”)	107
IEEE Xplore	((“Full Text & Metadata”:blockchain) AND “All Metadata”:“privacy issue”)	430
IEEE Xplore	((“Full Text & Metadata”:blockchain) AND “All Metadata”:“security challenge”)	256
IEEE Xplore	((“Full Text & Metadata”:blockchain) AND “All Metadata”:“security issue”)	638
IEEE Xplore	((“Full Text & Metadata”:blockchain) AND “All Metadata”:“gdpr”)	177

Tabla 4. Cadenas de búsqueda personalizada para Springer Links

Base de datos	Cadenas de búsquedas personalizadas	Resultados
Springer Links	blockchain AND education	996
Springer Links	blockchain AND learning Discipline=Education	28
Springer Links	blockchain AND “learning analytics”	30
Springer Links	blockchain AND “privacy challenge*”	49
Springer Links	blockchain AND “privacy issue*”	209
Springer Links	blockchain AND “security challenge*”	96
Springer Links	blockchain AND “security issue*”	333
Springer Links	blockchain AND gdpr	182

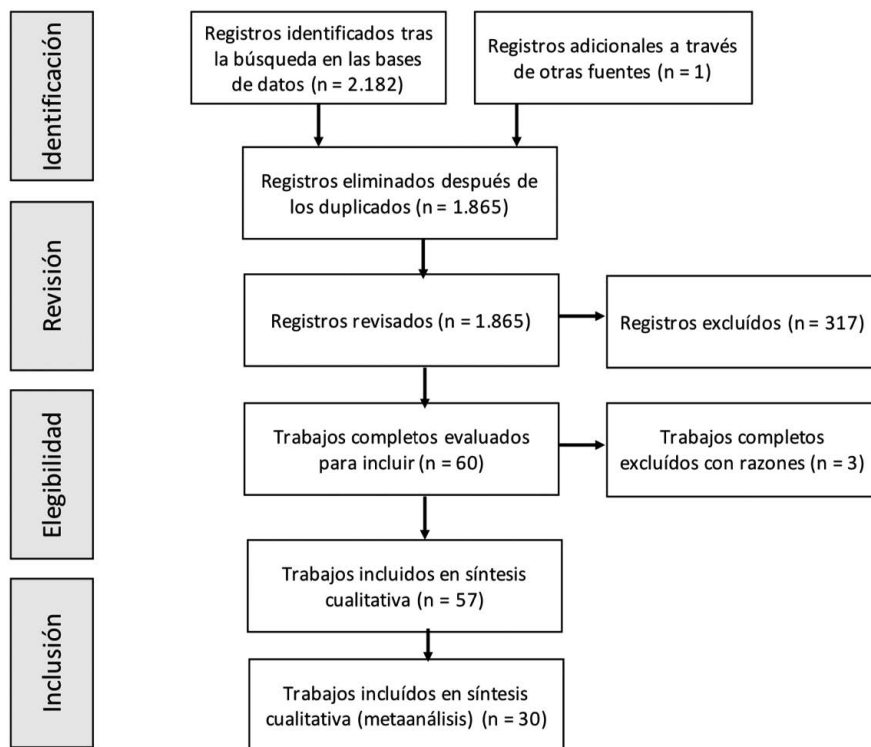
Con respecto a los resultados de las búsquedas, en general no se limitan por la fecha de publicación ni se aplican otros filtros proporcionados por las bases de datos. En concreto, solo en Web of Science y Springer Link se acota la búsqueda relacionada con *blockchain* y privacidad para arrojar resultados en el campo educativo ante la gran cantidad de coincidencias presentadas.

Selección de la literatura

Los trabajos recogidos se almacenan en una hoja de cálculo maestra. Posteriormente, se realiza un proceso de identificación, revisión, elegibilidad e inclusión (Moher, Liberati, Tetzlaff y Altman, 2009) (ver figura 1) reestructurado en las siguientes tres fases:

- Primera fase: Se eliminan duplicados y entradas erróneas para utilizarse en la segunda fase.
- Segunda fase: Se realiza una primera selección en base al título, al resumen y a los criterios de inclusión y exclusión definidos para la revisión sistemática de la literatura. Se realiza una evaluación rápida del contenido de aquellos trabajos no lo suficientemente valorables siguiendo el criterio inicial de esta primera fase. Los trabajos resultantes de este primer paso se almacenan en otra hoja de cálculo para empezar la tercera fase.
- Tercera fase: Se realiza una lectura de los artículos en profundidad y se analizan siguiendo las preguntas de la investigación. Los trabajos seleccionados se añaden a una última lista de verificación para una evaluación de calidad (ver figura 1). El resultado se almacena en una hoja de cálculo definitiva. Se añade una referencia más, resultado de la lectura de las referencias de los trabajos analizados.

Figura 1. Pasos y resultados del proceso de revisión y mapeo. Informado como se propone en la declaración PRISMA



Fuente: Moher et al., 2009

La ejecución de las tres fases anteriores arroja los siguientes resultados:

1. Se ejecutan las cadenas personalizadas de búsqueda en las bases de datos. La ejecución arroja 2.182 trabajos que provienen de las bases de datos Digital ACM Library (473), Web of Science (178), IEEE Xplore (903) y Springer Links (628).
2. Se eliminan los trabajos duplicados. La eliminación deja 1.865 resultados por revisar (se incluyen aquellos de dudosa duplicidad).
3. Se revisan títulos y resúmenes. La revisión arroja 57 trabajos (3,21% de los trabajos únicos recuperados). Se incluye 1 referencia tras la revisión de referencias.
4. Tras la lectura del texto completo se seleccionan 30 trabajos (1,60% del total de trabajos considerados, 52,63% de los trabajos leídos).

Como se muestra en las directrices propuestas por Kitchenham y Charters (2007), se formula una lista de control de calidad para evaluar los estudios individuales y

evitar la subjetividad. Estas listas de control son útiles para ayudar en el proceso de selección de los trabajos. La lista de verificación para la evaluación de la calidad elaborada se basa en la lista de verificación sugerida en Kitchenham y Charters (2007). Otros trabajos sobre revisiones sistemáticas y mapeo de la literatura (Neiva, David, Braga y Campos, 2016; Soomro et al., 2016; Cruz-Benito, García-Peñalvo y Therón, 2019) también personalizan sus listas de control de calidad basándose en las sugerencias dadas en (Kitchenham y Charters, 2007).

En la tercera fase de revisión, los trabajos se leen en su totalidad y su calidad se evalúa utilizando la lista de control de evaluación de calidad formulada (ver tabla 5). La respuesta a cada una de las 10 preguntas se puntúa con 1 punto si la respuesta es “Sí”, 0,5 puntos si la respuesta es “Parcial” o 0 si la respuesta es “No”. Al utilizar este sistema, cada trabajo puede obtener una puntuación de 0 a 10 puntos. La marca del primer cuartil ($Q_1 = 7,5$ puntos o más de 10 posibles) se utiliza como puntuación de corte para incluir un trabajo. Si un trabajo obtiene una puntuación inferior a 7,5, se excluye de la lista final para evitar trabajos de baja calidad de acuerdo con la lista de control de evaluación de calidad.

Tabla 5. Lista de control de evaluación de la calidad

Pregunta	Calificación
1. ¿Están claramente especificados los objetivos de investigación relacionados con la educación y <i>blockchain</i> ?	S / N / Parcial
2. ¿El estudio fue diseñado para lograr estos objetivos?	S / N / Parcial
3. ¿El enfoque <i>blockchain</i> está claramente descrito y justificado?	S / N / Parcial
4. ¿La investigación está respaldada por datos de algún tipo?	S / N / Parcial
5. ¿Se presentan soluciones sobre educación y <i>blockchain</i> ?	S / N / Parcial
6. ¿Se presentan soluciones acerca de dominios de privacidad, seguridad y regulación legal de datos personales?	S / N / Parcial
7. ¿Se ha explicado suficientemente la necesidad de la privacidad, seguridad o regulación legal de datos personales?	S / N / Parcial
8. ¿Los investigadores discuten algún problema de privacidad y seguridad de <i>blockchain</i> ?	S / N / Parcial
9. ¿Los vínculos entre datos, interpretación y conclusiones son claros?	S / N / Parcial
10. ¿Todas las preguntas de investigación se responden adecuadamente?	S / N / Parcial

Al aplicar la marca del primer cuartil solo se obtienen cuatro trabajos. Para cubrir un espectro más amplio, se decide usar las puntuaciones que estén dentro del segundo cuartil ($Q_2 = 5$ puntos o más de 10 posibles). Esta ampliación del espectro no entra en conflicto con la relevancia de la selección de trabajos, puesto que el campo de estudio abraza distintos dominios dentro del mismo que ayuda a alcanzar muchas perspectivas interesantes a incluir en la revisión de la literatura.

RESULTADOS

Resultados del mapeo sistemáticos

Se responde a las preguntas de mapeo (MQ) con los resultados del análisis de las publicaciones seleccionadas. Todos los datos relativos a los trabajos publicados se almacenan y analizan en un documento Microsoft Excel, con las consecuentes hojas de cálculo internas para cada fase, paso analítico, revisión realizada, tabla o figura creada.

En la figura 2 se visualiza la respuesta a la primera pregunta sobre el mapeo MQ1. ¿Cuántos estudios se han publicado a lo largo de los años? En la revisión sistemática de la literatura no se ha restringido la búsqueda por años u otro criterio temporal. Los trabajos seleccionados durante el proceso de revisión y mapeo, desde el origen de la tecnología *blockchain* (Nakamoto, 2008) se publican entre el 2013 y el 2018, siendo el año 2018 el año con más publicaciones. Se identifica una tendencia al alza del interés en el campo tras el notable crecimiento de publicaciones a partir del 2016.

Figura 2. MQ1— Número de artículos publicados por año



Fuente: Elaboración propia

En relación con la segunda pregunta sobre el mapeo MQ2. ¿Quiénes son los autores más activos? se identifica a todos los autores de los trabajos seleccionados. No se encuentra ningún autor con más de una publicación. Todos los 113 autores de los 30 trabajos seleccionados en la revisión sistemática de la literatura pueden consultarse en la tabla 6. En la tabla 7 se muestra el resumen de referencias analizadas en esta revisión con sus títulos, autores, año de publicación y cita, junto a un identificador utilizado para referenciarlo a lo largo de los resultados, análisis, tablas o figuras.

Tabla 6. Nombres de los autores y número de publicaciones para cada uno

Nombre	Total
Arthur Gervais; Ghassan O. Karame; Karl Wüst; Vasileios Glykantzis; Hubert Ritzdorf; Srdjan Capkun; Nelson Bore; Samuel Karumba; Juliet Mutahi; Shelby Solomon Darnell; Charity Wayua; Komminist Weldemariam; B. Duan; Y. Zhong; D. Liu; M. Apostolaki; A. Zohar; L. Vanbever; Yuqin Xu; Shangli Zhao; Lanju Kong; Yongqing Zheng; Shidong Zhang; Qingzhong Li; Daniel Drescher; Dai, Fangfang; Shi, Yue; Meng, Nan; Wei, Liang; Ye, Zhiguo; Bdiwi, Rawia; de Runz, Cyril; Faiz, Sami; Cherif, Arab Ali; Meng Han; Zhigang Li; Jing (Selen) He; Dalei Wu; Ying Xie; Asif Baba; Patrick Ocheja; Brendan Flanagan; Hiroaki Ogata; Alexander Mense; Markus Flatscher; N. Al-Zaben; M. M. Hassan Onik; J. Yang; N. Lee; C. Kim; J. C. Farah; A. Vozniuk; M. J. Rodríguez-Triana; D. Gillet; X. Gong; X. Liu; S. Jing; G. Xiong; J. Zhou; M. Turkanović; M. Hölbl; K. Košič; M. Heričko; A. Kamišalić; R. Arenas; P. Fernandez; A. Srivastava; P. Bhattacharya; A. Singh; A. Mathur; O. Prakash; R. Pradhan; S. Gilda; M. Mehrotra; G. Dima; A. Jitariu; C. Pisa; G. Bianchi; M. Conti; E. Sandeep Kumar; C. Lal; S. Ruj; J. Moubarak; E. Filiol; M. Chamoun; A. Soni; S. Maheshwari; Guang Chen; Bing Xu; Manli Lu; Nian-Shing Chen; Flanagan, Brendan; Ogata, Hiroaki; Millard, Christopher; Joshi, Archana Prashanth; Han, Meng; Wang, Yan; Turcu, Cristina; Turcu, Cornel; Chiuchisan, Iuliana; Sun, Han; Wang, Xiaoyue; Wang, Xinge; Pagallo, Ugo; Bassi, Eleonora; Crepaldi, Marco; Durante, Massimo; J. Bacon; J. Michels; C. Millard; K. Kuvshinov; I. Nikiforov; J. Mostovoy.	1

Tabla 7. Resumen de referencias encontradas en la revisión sistemática de la literatura

Nº	Título	Autores	Año	Cita
[1]	On the Security and Performance of Proof of Work Blockchains	Arthur Gervais, Ghassan O. Karame, Karl Wüst, Vasileios Glykantzis, Hubert Ritzdorf, Srdjan Capkun	2016	(Gervais et al., 2016)

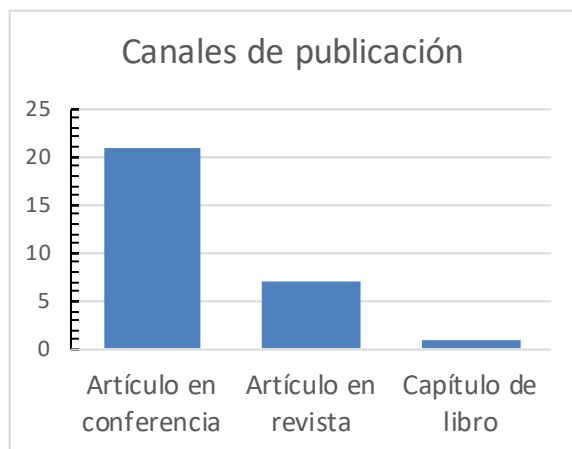
Nº	Título	Autores	Año	Cita
[2]	Towards Blockchain-enabled School Information Hub	Nelson Bore, Samuel Karumba, Juliet Mutahi, Shelby Solomon Darnell, Charity Wayua, Komminist Weldemariam	2017	(Bore et al., 2017)
[3]	Education Application of Blockchain Technology: Learning Outcome and Meta-Diploma	Duan, Y. Zhong, D. Liu	2017	(Duan, Zhong, & Liu, 2018)
[4]	Hijacking Bitcoin: Routing Attacks on Cryptocurrencies	Apostolaki, A. Zohar, L. Vanbever	2017	(Apostolaki, Zohar, & Vanbever, 2017)
[5]	ECBC: A High Performance Educational Certificate Blockchain with Efficient Query	Yubin Xu, Shangli Zhao, Lanju Kong, Yongqing Zheng, Shidong Zhang, Qingzhong Li	2017	(Xu et al., 2017)
[6]	Seeing the Limitations	Daniel Drescher	2017	(Drescher, 2017)
[7]	From Bitcoin to Cybersecurity: a Comparative Study of Blockchain Application and Security Issues	Dai, Fangfang; Shi, Yue; Meng, Nan; Wei, Liang; Ye, Zhiguo	2017	(Dai, Shi, Meng, Wei, & Ye, 2017)
[8]	Towards a new Ubiquitous Learning Environment Based on Blockchain Technology	Bdiwi, Rawia; de Runz, Cyril; Faiz, Sami; Cherif, Arab Ali	2017	(Bdiwi, Runz, Faiz, & Cherif, 2017)
[9]	A Novel Blockchain-based Education Records Verification Solution	Meng Han, Zhigang Li and Jing (Selena) He, Dalei Wu, Ying Xie, Asif Baba	2018	(Han et al., 2018)
[10]	Connecting Decentralized Learning Records: A Blockchain Based Learning Analytics Platform	Patrick Ocheja, Brendan Flanagan, Hiroaki Ogata	2018	(Ocheja, Flanagan, & Ogata, 2018)
[11]	Security Vulnerabilities in Ethereum Smart Contracts	Alexander Mense, Markus Flatscher	2018	(Mense & Flatscher, 2018)
[12]	General Data Protection Regulation Complied Blockchain Architecture for Personally Identifiable Information Management	Al-Zaben; M. M. Hassan Onik; J. Yang; N. Lee; C. Kim	2018	(Al-Zaben, Onik, Yang, Lee, & Kim, 2019)

Nº	Título	Autores	Año	Cita
[13]	A Blueprint for a Blockchain-Based Architecture to Power a Distributed Network of Tamper-Evident Learning Trace Repositories	Farah; A. Vozniuk; M. J. Rodríguez-Triana; D. Gillet	2018	(Farah, Vozniuk, Rodriguez-Triana, & Gillet, 2018)
[14]	Parallel-Education-Blockchain Driven Smart Education: Challenges and Issues	Gong; X. Liu; S. Jing; G. Xiong; J. Zhou	2018	(Gong, Liu, Jing, Xiong, & Zhou, 2019)
[15]	EduCTX: A Blockchain-Based Higher Education Credit Platform	Turkanović; M. Hölbl; K. Košič; M. Heričko; A. Kamišalić	2018	(Turkanović, Hölbl, Košič, Heričko, & Kamišalić, 2018)
[16]	CredenceLedger: A Permissioned Blockchain for Verifiable Academic Credentials	Arenas; P. Fernández	2018	(Arenas & Fernandez, 2018)
[17]	A Distributed Credit Transfer Educational Framework based on Blockchain	Srivastava; P. Bhattacharya; A. Singh; A. Mathur; O. Prakash; R. Pradhan	2018	(Srivastava et al., 2019)
[18]	Blockchain for Student Data Privacy and Consent	Gilda; M. Mehrotra	2018	(Gilda & Mehrotra, 2018)
[19]	Scholarium: Supporting Identity Claims Through a Permissioned Blockchain	Dima; A. Jitariu; C. Pisa; G. Bianchi	2018	(Dima, Jitariu, Pisa, & Bianchi, 2018)
[20]	A Survey on Security and Privacy Issues of Bitcoin	Conti; E. Sandeep Kumar; C. Lal; S. Ruj	2018	(Conti, Sandeep, Lal, & Ruj, 2018)
[21]	On blockchain security and relevant attacks	Moubarak; E. Filiol; M. Chamoun	2018	(Moubarak, Filiol, & Chamoun, 2018)
[22]	A Survey of Attacks on the Bitcoin System	Soni; S. Maheshwari	2018	(Soni & Maheshwari, 2018)
[23]	Exploring blockchain technology and its potential applications for education	Guang Chen, Bing Xu, Manli Lu, Nian-Shing Chen	2018	(Chen, Xu, Lu, & Chen, 2018)
[24]	Learning analytics platform in higher education in Japan	Flanagan, Brendan; Ogata, Hiroaki	2018	(Flanagan & Ogata, 2018)
[25]	Blockchain and law: Incompatible codes?	Millard, Christopher	2018	(Millard, 2018)
[26]	A survey on security and privacy issues of blockchain technology	Joshi, Archana Prashanth; Han, Meng; Wang, Yan	2018	(Joshi, Han, & Wang, 2018)

Nº	Título	Autores	Año	Cita
[27]	Blockchain and its Potential in Education	Turcu, Cristina; Turcu, Cornel; Chiuchisan, Iuliana	2018	(Turcu, Turcu, & Chiuchisan, 2018)
[28]	Application of Blockchain Technology in Online Education	Sun, Han; Wang, Xiaoyue; Wang, Xinge	2018	(Sun, Wang, & Wang, 2018)
[29]	Chronicle of a Clash Foretold: Blockchains and the GDPR's Right to Erasure	Pagallo, Ugo; Bassi, Eleonora; Crepaldi, Marco; Durante, Massimo	2018	(Pagallo, Bassi, Crepaldi, & Durante, 2018)
[30]	Blockchain Demystified: A Technical and Legal Introduction to Distributed and Centralised Ledgers	Bacon, J. Michels, C. Millard et al.	2018	(Bacon, Michels, Millard, & Singh, 2018)

En relación con la tercera pregunta sobre el mapeo MQ3. ¿Qué medios de publicación son los principales en la difusión de la investigación?, se analizan los distintos tipos de publicaciones relacionados con los trabajos seleccionados. Se observa en la figura 3 que una gran mayoría de los trabajos seleccionados (21/30, 70%) son artículos publicados en conferencias. Por otro lado, los otros tipos de publicaciones encontrados son los artículos publicados en revistas (7/30, 23,33%) y capítulos de libro (1/30, 3,33%).

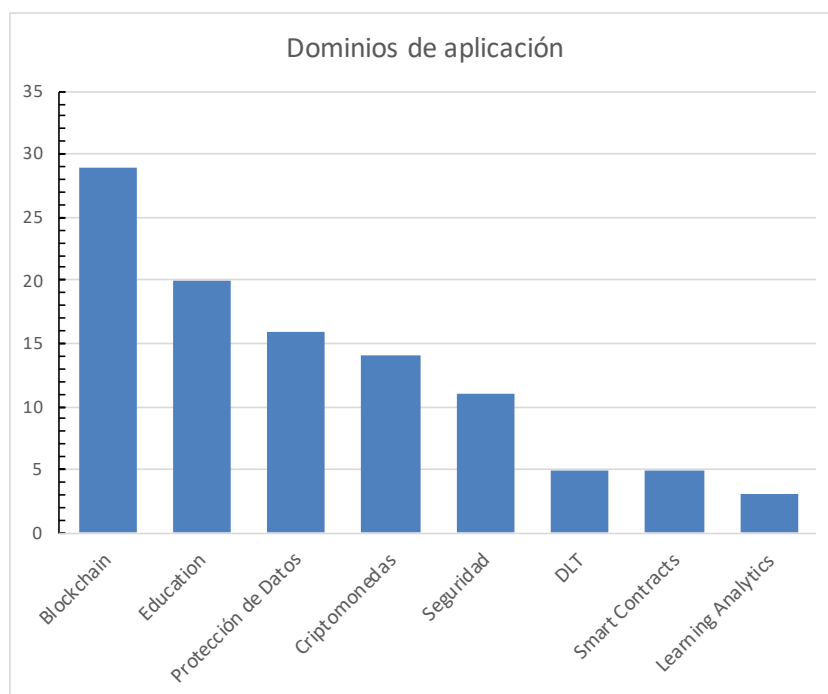
Figura 3. MQ3 Canal de publicación de los documentos seleccionados



Fuente: Elaboración propia

En el caso de la pregunta MQ4: ¿En qué dominios se ha aplicado?, se obtienen los resultados a partir de las palabras clave de las publicaciones seleccionadas. Se observa que el dominio principal descrito en los trabajos tiene que ver con la tecnología *blockchain*, seguido por el dominio relativo a la educación. De las 145 palabras clave únicas utilizadas en los trabajos, la gran mayoría está relacionada con la palabra clave *blockchain*. En concreto, los dominios a los que se refieren las palabras clave de los trabajos (figura 4) son: “Blockchain” (29/145, 20%), “Educación” (20/145, 13,79%), “Protección de datos” (16/145, 11,03% del total), “Criptomonedas” (14/145, 9,65% del total), “Distributed Ledger Technology” (5/145, 3,44%), “Seguridad” (5/145, 3,44%) y “Learning Analytics” (3/145, 2,06%).

Figura 4. Dominios de aplicación



Fuente: Elaboración propia

La tabla 8 resume los principales resultados obtenidos durante el proceso de mapeo. Aunque no se pueden considerar como una representación de todo el estado del arte entre la intersección de *blockchain* y educación, proporciona unos resultados concluyentes deliberados en la sección de discusión.

Tabla 8. Resumen de los resultados del informe sobre el mapeo

Pregunta sobre el mapeo	Resultado
MQ1	Los artículos se publicaron entre los años 2016 y 2018
MQ2	Ninguno de los autores de los trabajos resultantes de la revisión sistemática de la literatura cuenta con más de una publicación
MQ3	La mayoría de los artículos han sido publicados en conferencias
MQ4	La gran mayoría de los trabajos tienen que ver con el dominio de <i>Blockchain</i> y Educación

Resultados de la revisión sistemática

Se procede a dar respuesta secuencial a las preguntas de investigación. La tabla 9 relaciona los trabajos seleccionados con cada una de las preguntas de investigación a las que puede dar respuesta.

Tabla 9. Resumen de trabajos empleados para responder a las preguntas de investigación

Pregunta	Trabajos
RQ1	[2], [3], [5], [8], [9], [10], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [23], [24], [27], [28]
RQ2	[1], [4], [6], [7], [11], [20], [21], [22], [26], [30]
RQ3	[12], [20], [25], [29], [30]
RQ4	[7], [12], [18], [20], [24], [26], [30]

En la tabla 10, y a modo de resumen, se comentan dichos trabajos junto a las conclusiones más trascendentes de cada pregunta de investigación a modo de respuesta.

Tabla 10. Resumen de los resultados de la revisión sistemática

Pregunta	Trabajos
RQ1	Distintos autores proponen implementar la tecnología <i>blockchain</i> para solucionar problemas educativos relacionados con la expedición de certificados, verificación de caminos de aprendizaje, reducción de fraudes en las titulaciones, pasaportes de aprendizaje a lo largo de la vida, gestión de la propiedad intelectual, gestión de datos, compartir recursos educativos mediante <i>Smart Contracts</i> , proteger la propiedad intelectual, hacer un seguimiento de las actividades en las que ha participado tanto un profesor como un estudiante o incluso compartir registros y resultados de procesos <i>Learning Analytics</i>
RQ2	<i>Blockchain</i> es una tecnología que por su diseño presenta una serie de vulnerabilidades de seguridad y de privacidad que en su implementación son explotables con ataques como el <i>>51% attack</i> o <i>Sybil attack</i> , entre otros. Según se utilice la tecnología <i>blockchain</i> para crear criptomonedas o soluciones para distintos contextos, surgen otras vulnerabilidades como errores en humanos en el desarrollo <i>Smart Contracts</i> en <i>Ethereum</i> o <i>delay attacks</i> en <i>Bitcoin</i>
RQ3	El diseño inicial de la tecnología <i>blockchain</i> dificulta enormemente su cumplimiento con el RGPD. Romper con el principio de autoridad descentralizada es la solución generalizada para que las soluciones que implementen la tecnología <i>blockchain</i> cumplan con el RGPD. No obstante, surge la duda si en ciertos casos es necesario utilizar una implementación de la tecnología <i>blockchain</i> puesto que soluciones de bases de datos tradicionales cumplen con los mismos objetivos.
RQ4	Resuelve situaciones de gestión de datos en procesos de interoperabilidad entre herramientas o de trazabilidad de los datos entre los distintos responsables y encargados de los datos personales en el uso de <i>Learning Analytics</i> . No obstante, carece de la capacidad de resolver cuestiones de privacidad y seguridad que pueden encontrarse en bases de datos, como pueden ser excepciones como el ejercicio del derecho de anonimato en un entorno virtual de aprendizaje.

DISCUSIÓN

A lo largo de las distintas respuestas a las preguntas de investigación se ha revisado cada uno de los 30 trabajos seleccionados y relacionados con dominios de los ámbitos “educación” y “*blockchain*”. Se concluye que es imperativo abordar el problema fuera de la cadena de bloques que define la tecnología *blockchain*, puesto que añade complejidad y no lo soluciona. La investigación se centra en el contexto de almacenamiento fuera de la cadena para entregar a los alumnos un nivel adecuado de seguridad y confidencialidad de datos, y anonimato de su identidad.

De estos se extrae que la arquitectura de la tecnología *blockchain* no está diseñada para almacenar datos más allá de los transaccionales, puesto que supone descargar una copia del libro mayor en todos los usuarios de la red. Guardar todos los datos en los bloques de transacciones provoca una congestión de la propia red, del almacenamiento de los propios usuarios y cuestiones adicionales sensibles en cuanto a protección de datos y legalidad vigente. Para agilizar la conectividad entre los distintos nodos, se utilizan estructuras digitales como el árbol Merkel (Gervais et al., 2016; Duan et al., 2018; Moubarak et al., 2018), donde los bloques funcionan como punteros a datos almacenados fuera de su red.

Se extrae también que usar la tecnología *blockchain* para almacenar enlaces a datos en sistemas gestores de bases de datos es la aproximación menos arriesgada y más cercana a la legalidad (Mense y Flatscher, 2018; Pagallo et al., 2018). Es de esta arquitectura de enlaces a datos externos de la que parten todas las soluciones educativas encontradas basadas en *blockchain* para cumplir con la legalidad vigente.

La presente investigación manifiesta una fuerte fragilidad en la privacidad, confidencialidad y seguridad durante el tratamiento de los datos educativos en procesos de Learning Analytics, y dentro de los EVA. Las respuestas a las preguntas de la SLR demuestran una fuerte inestabilidad e incapacidad de las soluciones desarrolladas con tecnología *blockchain* para dar soluciones robustas y sostenibles. Se concluye por todo lo expuesto en la SLR que las soluciones implementadas con tecnología *blockchain* podrían llegar a resolver cuestiones de interoperabilidad e incluso de certificación, pero, en ningún caso, el problema de la fragilidad expuesto en la investigación. La fragilidad debe resolverse a nivel de sistema gestor de bases de datos, tecnología utilizada en los EVA en los que incurren procesos de *Learning Analytics*.

AMENAZAS A LA VALIDEZ DE ESTA REVISIÓN DE LA LITERATURA

La presente revisión sistemática de la literatura, junto a sus estrategias de mapeo, pretende comprender el campo científico en relación con educación y *blockchain*. No obstante, en una revisión sistemática de la literatura existen ciertas amenazas a la validez e incluso limitaciones incontrolables en los trabajos seleccionados (Neiva et al., 2016). Para evitar posibles desviaciones, sesgos o inclinaciones de los autores, e incluso del propio autor de la presente investigación, se han aplicado una serie de procedimientos como la lista de control de calidad ilustrada en la tabla 5 (Kitchenham y Charters, 2007).

Poder reproducir la investigación es importante en el ámbito científico, tanto para exponer transparencia como para filtrar sesgos en procedimientos y razonamientos. La última medida consiste en la publicación de la base de datos final, con todas las fases de la revisión sistemática de la literatura, realizada con Microsoft Excel (Amo, 2018).

REFERENCIAS

- Al-Zaben, N., Onik, M. M. H., Yang, J., Lee, N. Y., y Kim, C. S. (2019). General Data Protection Regulation Complied Blockchain Architecture for Personally Identifiable Information Management. *Proceedings - 2018 International Conference on Computing, Electronics and Communications Engineering, ICCECE 2018*, (pp. 77-82). <https://doi.org/10.1109/ICCECOME.2018.8658586>
- Amo, D. (2018). Tesis Daniel Amo Filvà - Revisión Sistemática Literatura. Recuperado de https://lasalleuniversities-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/daniel_amo_salle_url_edu/EQoQGKr7zu-BIpYkAogB4mGoBEP7NCufbBjhkUR-pKOAklyQ?e=ocjvVO
- Amo, D., y Santiago, R. (2017). *Learning Analytics: la narración del aprendizaje a través de los datos*. Editorial UOC. Barcelona: UOC.
- Apostolaki, M., Zohar, A., y Vanbever, L. (2017). Hijacking Bitcoin: Routing Attacks on Cryptocurrencies. *Proceedings - IEEE Symposium on Security and Privacy*, (pp. 375-392). <https://doi.org/10.1109/SP.2017.29>
- Arenas, R., y Fernandez, P. (2018). CredenceLedger: A Permissioned Blockchain for Verifiable Academic Credentials. *Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2018*, (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/ICE.2018.8436324>
- Bacon, J., Michels, J. D., Millard, C., y Singh, J. (2018). Blockchain Demystified: a technical and legal introduction to distributed and centralised ledgers. *Richmond Journal of Law & Technology*, XXV(1), 1-106. Recuperado de <https://jolt.richmond.edu/files/2018/11/Michelsetal-Final-1.pdf>
- Bdiwi, R., Runz, C. de, Faiz, S., y Cherif, A. A. (2017). Towards a New Ubiquitous Learning Environment Based on Blockchain Technology. *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, (pp. 101-102). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2017.37>
- Bore, N., Karumba, S., Mutahi, J., Darnell, S. S., Wayua, C., y Weldemariam, K. (2017). Towards Blockchain-enabled school information hub. *ACM International Conference Proceeding Series, Part F1320*, (pp. 1-4). <https://doi.org/10.1145/3136560.3136584>
- Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., y Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 318-331. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051815>
- Chen, G., Xu, B., Lu, M., y Chen, N.-S. (2018). Exploring blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learning Environments*, 5(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40561-017-0050-x>
- Conti, M., Sandeep, K. E., Lal, C., y Ruj, S. (2018). A survey on security and privacy issues of bitcoin. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 20(4), 3416-3452. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2842460>
- Cruz-Benito, J., García-Peñalvo, F. J., y Therón, R. (2019). Analyzing the software architectures supporting HCI/HMI processes through a systematic review of the literature. *Telematics and Informatics*, 38, 118-132. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.09.006>
- Dai, F., Shi, Y., Meng, N., Wei, L., y Ye, Z. (2017). From Bitcoin to cybersecurity: A comparative study of blockchain application and security issues. *2017 4th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI)*, pp. 975-979. <https://doi.org/10.1109/ICSAI.2017.8248427>

- Dima, G. A., Jitariu, A. G., Pisa, C., y Bianchi, G. (2018). Scholarium: Supporting Identity Claims Through a Permissioned Blockchain. *IEEE 4th International Forum on Research and Technologies for Society and Industry, RTSI 2018 - Proceedings*, (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/RTSI.2018.8548407>
- Drescher, D. (2017). *Blockchain Basics*. Apress.
- Duan, B., Zhong, Y., y Liu, D. (2018). Education application of blockchain technology: Learning outcome and meta-diploma. *Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Systems - ICPADS, 2017-Decem*, (pp. 814-817). <https://doi.org/10.1109/ICPADS.2017.00114>
- Farah, J. C., Vozniuk, A., Rodriguez-Triana, M. J., y Gillet, D. (2018). A blueprint for a blockchain-based architecture to power a distributed network of tamper-evident learning trace repositories. *Proceedings - IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICAIT*, (pp. 218-222). <https://doi.org/10.1109/ICAIT.2018.00059>
- Flanagan, B., y Ogata, H. (2018). Learning analytics platform in higher education in Japan. *Knowledge Management and E-Learning*, 10(4), 469-484.
- Gervais, A., Karame, G. O., Wüst, K., Glykantzis, V., Ritzdorf, H., y Čapkun, S. (2016). On the security and performance of Proof of Work blockchains. *Proceedings of the ACM Conference on Computer and Communications Security*, (pp. 3-16). <https://doi.org/10.1145/2976749.2978341>
- Gilda, S., y Mehrotra, M. (2018). Blockchain for Student Data Privacy and Consent. *2018 International Conference on Computer Communication and Informatics, ICCCI 2018*, (pp. 1-5). <https://doi.org/10.1109/ICCCI.2018.8441445>
- Gong, X., Liu, X., Jing, S., Xiong, G., y Zhou, J. (2019). Parallel-Education-Blockchain Driven Smart Education: Challenges and Issues. *Proceedings 2018 Chinese Automation Congress, CAC 2018*, (pp. 2390-2395). <https://doi.org/10.1109/CAC.2018.8623198>
- Han, M., Wu, D., Li, Z., Xie, Y., He, J. S., y Baba, A. (2018). A novel blockchain-based education records verification solution. *SIGITE 2018 - Proceedings of the 19th Annual SIG Conference on Information Technology Education*, (pp. 178-183). <https://doi.org/10.1145/3241815.3241870>
- Herold, B. (2014). InBloom to Shut Down Amid Growing Data-Privacy Concerns. Recuperado de http://blogs.edweek.org/edweek/DigitalEducation/2014/04/inbloom_to_shut_down_amid_growing_data_privacy_concerns.html
- Joshi, A. P., Han, M., y Wang, Y. (2018). A survey on security and privacy issues of blockchain technology. *Mathematical Foundations of Computing*, 1(2), 121-147.
- Kitchenham, B., y Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical Report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE, EBSE-2007*-(School of Computer Science and Mathematics), 65. Recuperado de https://www.elsevier.com/_data/promis/misc/525444systematicreviewsguide.pdf
- Mense, A., y Flatscher, M. (2018). Security Vulnerabilities in Ethereum Smart Contracts. *Proceedings of the 20th International Conference on Information Integration and Web-Based Applications & Services*, (pp. 375-380).
- Millard, C. (2018). Blockchain and law: Incompatible codes? *Computer Law & Security Review*, 34(4), 843-846.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., y Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

- Moubarak, J., Filiol, E., y Chamoun, M. (2018). On blockchain security and relevant attacks. *2018 IEEE Middle East and North Africa Communications Conference, MENACOMM 2018*, (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/MENACOMM.2018.8371010>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. 1-9. Recuperado de <https://www.bitcoincash.org/bitcoin.pdf>
- Neiva, F. W., David, J. M. N., Braga, R., y Campos, F. (2016). Towards pragmatic interoperability to support collaboration: A systematic review and mapping of the literature. *Information and Software Technology*, 72, 137-150. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.12.013>
- Ocheja, P., Flanagan, B., y Ogata, H. (2018). Connecting decentralized learning records: a blockchain based learning analytics platform. *Proceedings of the 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, (pp. 265-269). <https://doi.org/10.1145/3170358.3170365>
- Pagallo, U., Bassi, E., Crepaldia, M., y Durante, M. (2018). Chronicle of a clash foretold: Blockchains and the GDPR's right to erasure. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 313, 81-90. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-935-5-81>
- Petticrew, M., y Roberts, H. (2008). Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide. In *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. <https://doi.org/10.1002/9780470754887>
- Soni, A., y Maheshwari, S. (2018). A Survey of Attacks on the Bitcoin System. *2018 IEEE International Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science, SCEECS 2018*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/SCEECS.2018.8546925>
- Soomro, A. B., Salleh, N., Mendes, E., Grundy, J., Burch, G., y Nordin, A. (2016). The effect of software engineers' personality traits on team climate and performance: A Systematic Literature Review. *Information and Software Technology*, 73, 52-65. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.01.006>
- Srivastava, A., Bhattacharya, P., Singh, A., Mathur, A., Prakash, O., y Pradhan, R. (2019). A Distributed Credit Transfer Educational Framework based on Blockchain. *Proceedings - 2018 2nd International Conference on Advances in Computing, Control and Communication Technology, IAC3T 2018*, (pp. 54-59). <https://doi.org/10.1109/IAC3T.2018.8674023>
- Sun, H., Wang, X., y Wang, X. (2018). Application of Blockchain Technology in Online Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13(10), 252-259. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i10.9455>
- Turcu, C., Turcu, C., y Chiuchișan, I. (2018). Blockchain and its Potential in Education. *International Conference on Virtual Learning - ICVL, Alba Iulia*.
- Turkanović, M., Hölbl, M., Košič, K., Heričko, M., y Kamišalić, A. (2018). EduCTX: A blockchain-based higher education credit platform. *IEEE Access*, 6, 5112-5127. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2789929>
- Williamson, B. (2017). Decoding ClassDojo: psycho-policy, social-emotional learning and persuasive educational technologies. *Learning, Media and Technology*, 42(4), 440-453. <https://doi.org/10.1080/17439884.2017.1278020>
- Xu, Y., Zhao, S., Kong, L., Zheng, Y., Zhang, S., y Li, Q. (2017). ECBC: A high performance educational certificate blockchain with efficient query. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 10580 LNCS*, 288-304. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67729-3_17

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Daniel Amo es Doctor en Educación (2020). Profesor del Departamento de Ingeniería Informática de La Salle Barcelona Campus, Universitat Ramon Llull, especializado en la enseñanza y aprendizaje de tecnologías de programación y analítica web. Está interesado en la investigación dentro del campo de Learning Analytics, Privacidad y Ética de datos. Es miembro del grupo de investigación GRETEL (Group of REsearch on Technology Enhanced Learning) en el que coordina la línea Educational Data Mining.

E-mail: daniel.amo@salle.url.edu

Dirección:

La Salle, Universitat Ramon Llull

C/ Sant Joan de la Salle 42, 08022, Barcelona (Spain)

Marc Alier es Doctor en Ciencias (2009). Es profesor asociado de la UPC y subdirector del ICE. Desde 2002 es profesor e investigador de la UPC en la Escuela de Informática de Barcelona, donde imparte clases de Gestión de Sistemas de Información y Aspectos Sociales y Ambientales de las Tecnologías de la Información. Desde 2004 trabaja en temas relacionados con el software libre aplicado a la educación para el desarrollo sostenible. Es miembro del grupo de investigación BCN-SEER.

Email: marc.alier@upc.edu

Dirección:

Eng.Serveis i Sistemes d'Informació,

EDIFICI OMEGA. DESPATX 129

C/ Jordi Girona, 1-3. 08034 Barcelona, (Spain)

Francisco José García-Peñalvo, es Catedrático de Universidad del Departamento de Informática y Automática en la Universidad de Salamanca (USAL), con 3 sexenios de investigación y 4 quinquenios docentes reconocidos. Es Profesor Distinguido de la Escuela de Humanidades y Educación del Tecnológico de Monterrey, México e Investigador de Impacto Internacional de la Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú. Desde 2006 es el director del Grupo de Investigación Reconocido por la USAL GRIAL (GRupo de investigación en InterAcción y eLearning. Ha sido Vicedecano de Innovación y Nuevas Tecnologías de la Facultad de Ciencias de la USAL entre 2004 y 2007 y Vicerrector de Innovación Tecnológica de esta Universidad entre 2007 y 2009. Actualmente es el Coordinador del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la USAL y Delegado del Rector para la Docencia Virtual. Es el Presidente de la Asociación para el Desarrollo

de la Informática Educativa y Editor Jefe de las revistas *Education in the Knowledge Society* y *Journal of the Information Technology Research*.

Email: fgarcia@usal.es

Dirección:

Facultad de Ciencias

Plaza de los Caídos s/n, 37008 Salamanca, (Spain)

David Fonseca es Catedrático de Universidad del Departamento de Arquitectura en la Universidad Ramon Llull (URL), con 1 sexenio de investigación reconocido por la AGAUR. Doctor en Tecnologías Media por la URL (2011), actualmente es el coordinador del grupo de investigación GRETEL (Group of REsearch on Technology Enhanced Learning) desde el 2017. Así mismo también es el Jefe del Área de Representación Gráfica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura La Salle y miembro de la Comisión Académica del Programa de Doctorado en Tecnologías de la Información y Su Aplicación en Gestión, Arquitectura y Geofísica de la URL. Es profesor de Herramientas Informáticas en los primeros cursos de Arquitectura y Tutor académico.

Email: david.fonseca@salle.url.edu

Dirección:

La Salle, Universitat Ramon Llull

C/ Sant Joan de la Salle 42, 08022, Barcelona (Spain)

María José Casany es Doctora en Ciencias (2013). Es profesora adjunta titular del Departamento de Ingeniería de Servicios y Sistemas de Información (ESSI) de la UPC - BarcelonaTech. Sus intereses de investigación actuales son el e-learning, el m-learning y la sostenibilidad, y es profesora de bases de datos en la Escuela de Informática de Barcelona (FIB). Actualmente es miembro del grupo de investigación BCN-SEER.

Email: mjcassany@essi.upc.edu

Dirección:

Eng.Serveis i Sistemes d'Informació, EDIFICI OMEGA. DESPATX 119

C/ Jordi Girona, 1-3. 08034 Barcelona, (Spain)

Fecha de recepción del artículo: 14/01/2020

Fecha de aceptación del artículo: 19/02/2020

Fecha de aprobación para maquetación: 21/04/2020

Consideraciones éticas en torno al uso de tecnologías basadas en datos masivos en la UNED

(Ethical considerations on the use of massive data-based technologies in UNED)

José L. Aznarte

Vicerrectorado de Digitalización e Innovación, UNED (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26590>

Cómo referenciar este artículo:

Aznarte, J. L. (2020). Consideraciones éticas en torno al uso de tecnologías basadas en datos masivos en la UNED. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 237-252. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26590>

Resumen

En este documento se dibuja una posición ética respecto al uso de tecnologías basadas en datos masivos, con atención particular al contexto de los procesos de enseñanza/aprendizaje en la UNED. Se aboga aquí por una toma de conciencia de los riesgos concretos que van aparejados con las ventajas esperables del uso de dichas tecnologías. Además, se esbozan algunas preguntas importantes y algunas respuestas posibles, incluyendo nueve cautelas esenciales, a fin de proporcionar unas bases sólidas a los proyectos que impliquen el uso de datos masivos en la UNED. Primero se expone lo que entendemos por una ética del cuidado, en la que la prioridad sea cuidar del alumnado a través del uso de datos y al mismo tiempo tener cuidado de que cualquier intervención basada en datos sea pulcra en sus presunciones y no introduzca sesgos. A continuación, se expone una selección de referentes y aproximaciones previas que han sido tenidas en cuenta y se enumeran las preguntas clave que deben guiar a cualquier institución que se plantee el trabajo con datos. Finalmente, se enuncian nueve cautelas esenciales que la institución se compromete a observar y que han sido propuestas a la comunidad universitaria para su deliberación.

Palabras clave: ética; recogida de datos; análisis estadístico; inteligencia artificial.

Abstract

This document draws up an ethical position about the use of massive data-based technologies is drawn, with a particular focus on the teaching and learning processes in UNED. We intend to raise awareness on the concrete risks associated with the potential advantages of using those technologies, and we set out some important questions and some possible answers to them, including nine essential cautions which can provide a sound basis for any projects requiring the use of massive data in UNED.

In the first place, we explain what we understand by an ethics of care, in which the priority must be to take care of the students through the use of their data and, at the same time, to care about any data-based intervention being clean in its presumptions and bias-free. Then we consider a selection of previous works that have inspired ours, and we enumerate key questions over which any institution must ponder before starting to work with personal data. Finally, we state nine cautions that our institution adheres to and that every member of the University has been invited to deliberate upon.

Keywords: ethics; massive data; statistical analysis; artificial intelligence.

El uso de datos para la toma de decisiones ha sido sometido a un desarrollo exponencial desde que una parte importante de nuestras comunicaciones, nuestro entretenimiento, nuestras relaciones comerciales y nuestros aprendizajes suceden en la Web. Las compañías que proporcionan servicios en Internet han liderado el desarrollo de técnicas de extracción de información a partir de los grandes volúmenes de datos que genera nuestra presencia en la red, a fin de, por ejemplo, identificar consumidores potenciales de sus productos, para refinar esos mismos productos con vistas a incrementar su rentabilidad o para dirigir sus iniciativas de marketing hacia las preferencias individuales de clientes potenciales. Más recientemente, la investigación y el desarrollo de sistemas educativos *online* ha emprendido la exploración de estas mismas técnicas con un objetivo distinto: el de mejorar los procesos de enseñanza/aprendizaje.

Así, cuando las tecnologías basadas en datos masivos se aplican a los procesos de enseñanza/aprendizaje, conllevan el desarrollo de métodos y la aplicación de técnicas de la estadística y la inteligencia artificial que, sumados a conocimientos de las ciencias de la educación, de la sociología y de la psicología, entre otros, permiten analizar los datos recolectados durante dichos procesos. La minería de datos educativos, por un lado, se centra en la búsqueda de patrones en los datos y en el desarrollo de nuevos algoritmos o modelos a fin de descubrir información que ayude a explicar mejor los procesos educativos. A su vez, las analíticas de aprendizaje buscan la aplicación de algoritmos o modelos existentes que permitan la creación de aplicaciones que influyeran directa y positivamente los procesos de enseñanza/

aprendizaje. Todo ello se enmarca en el progreso hacia escenarios de aprendizaje personalizados.

El desarrollo y la implantación de estas tecnologías en la educación superior se ha iniciado principalmente durante las dos últimas décadas, antecedido por un desarrollo de más de 40 años de la inteligencia artificial, y se espera que su evolución sea muy considerable en el futuro cercano. Muchas universidades en el mundo están actualmente explorando sus posibilidades y la UNED no es una excepción. Sin embargo, su rápida adopción no ha sido generalmente acompañada de una reflexión sosegada acerca de las consideraciones éticas en torno a su uso, por lo que son muchas las voces que alertan de los riesgos y las amenazas que ello supone (Roberts et al., 2017).

En la UNED se ha abordado la implantación de estas tecnologías a gran escala con cierto retraso respecto a nuestro entorno (un ejemplo pionero que ya está en marcha es el proyecto de Inteligencia Institucional, concebido para optimizar los procesos de toma de decisión, planificación estratégica y rendición de cuentas). Sin embargo, esto, lejos de suponer un problema, supone precisamente la oportunidad de construir sobre cimientos mejor fundados las posibles aplicaciones que harán uso de unas tecnologías que, probablemente, cambiarán la forma en que esta institución presta su servicio a la comunidad.

Ejemplos de aplicaciones en el ámbito educativo

Del amplio conjunto de aplicaciones desarrolladas o en uso en la actualidad, las que siguen son algunas de las más relevantes dentro del ámbito de los procesos de enseñanza/aprendizaje. Un resumen más detallado, junto a referencias a trabajos científicos que muestran evidencias de lo dicho, puede encontrarse, por ejemplo, en el informe *Enhancing Teaching and Learning Through Educational Data Mining and Learning Analytics*, del Departamento de Educación de los Estados Unidos de América (Bienkowski et al., 2012):

- **Modelado del conocimiento del alumnado:** se trata de responder, con base en los datos, a la pregunta de qué sabe una persona concreta en términos de habilidades específicas, conceptos, conocimientos procedurales o capacidades superiores de razonamiento. Esta técnica ha sido adoptada para construir contenidos adaptativos, sistemas de recomendación o sistemas de tutorización inteligentes en los que el modelo de alumnado sirve para elegir qué contenidos son mostrados en cada caso, por ejemplo. La idea es usar los datos para adaptar el comportamiento del sistema a las necesidades específicas de cada persona, de forma que se emitan los mensajes correctos en el momento adecuado y de la forma más útil.
- **Modelado del comportamiento del alumnado:** busca responder a preguntas acerca del significado de los patrones de comportamiento en los procesos de

aprendizaje y acerca de la motivación y el compromiso del alumnado. A partir de datos como el tiempo que pasa conectado a la plataforma, si ha completado ciertas asignaturas, posibles cambios en el contexto educativo o el modelo de conocimiento disponible, se trata de hallar correlaciones entre el comportamiento y el éxito en el aprendizaje. El objetivo es dar respuesta a preguntas como: ¿una mayor interacción conlleva un mejor aprendizaje? ¿Qué patrones de interacción se relacionan con el abandono?

- **Modelado de la experiencia del alumnado:** consiste en averiguar si el alumnado está satisfecho con su experiencia y puede abordarse desde encuestas, desde los cuestionarios de satisfacción, pero también desde el análisis de decisiones, comportamiento, desempeño y probabilidad de abandono en temas o asignaturas subsiguientes. Particularmente interesante es el uso de esta información para el rediseño de cursos a fin de minimizar el abandono y maximizar la satisfacción del alumnado.
- **Segmentación del alumnado:** consiste en el proceso de clasificación del alumnado en perfiles definidos por un conjunto de datos personales que describen las características de cada individuo. Una vez que han sido clasificados, es posible predecir su comportamiento o sus preferencias a fin de mejorar su desempeño mediante entornos de aprendizaje adaptados a cada perfil.
- **Modelado de contenidos:** es posible extraer, de forma automática, un modelo del contenido de un tema o de una asignatura, identificando las unidades de estudio o los conceptos clave y sus relaciones al tiempo que se genera una taxonomía del dominio y de las asociaciones entre las competencias, respuestas del alumnado y acciones programadas sobre recursos educativos.
- **Diseño de procesos de aprendizaje:** se trata de analizar los datos de los distintos componentes de una metodología de enseñanza, en varios momentos y con muestras seleccionadas de estudiantes, para responder a cuestiones como: ¿qué elementos son más efectivos para promover el aprendizaje? ¿un cambio concreto en los contenidos puede mejorar el desempeño y la retención? ¿Qué tipo de metodologías son mejores en términos de la experiencia del alumnado?

Todas estas aplicaciones están en desarrollo y pueden ser tenidas en cuenta para su aplicación en el ámbito de procesos de enseñanza/aprendizaje. Sin embargo, es importante señalar que, obviamente, los datos pueden ser usados también en otros ámbitos y que en el futuro pueden surgir nuevas propuestas relacionadas con el uso de datos masivos. Por ese motivo, si bien está centrado en los procesos de enseñanza/aprendizaje, el marco ético que se propone en este documento aspiran a englobar cualquier otro uso de datos masivos que pueda ser concebido en el futuro, esté o no relacionado con dichos procesos.

HACIA UNA ÉTICA DEL CUIDADO EN EL USO DE DATOS

La misma ley para el león y el ratón es tiranía.
–William Blake–

La ética de los datos ha sido definida como una nueva rama de la ética que estudia y evalúa los problemas morales relacionados con los datos (su generación, registro, curado, procesado, diseminación, compartición y uso), los algoritmos (inteligencia artificial, aprendizaje automático, robots...) y las prácticas correspondientes (innovación responsable, programación, hackeo y códigos profesionales) a fin de formular y promover soluciones moralmente buenas (conductas o valores correctos) (Floridi et al., 2016).

El término ‘dato’ proviene del latín *datum*, que es aquello que es dado. Sin embargo, puesto que en el contexto tecnológico actual la mayor parte de los datos son tomados antes que dados, quizá sería más lógico hablar de *captum*: aquello que es apresado o capturado. Esta digresión sirve para contextualizar que los datos no existen independientemente de las ideas, los cuerpos, los instrumentos, las prácticas, los contextos y los conocimientos usados para generarlos, procesarlos y analizarlos (Kitchin, 2014). Así, el uso de las tecnologías basadas en datos debe ser visto como un nudo de motivaciones sociales, políticas, económicas y culturales que están plagadas de complicaciones, contradicciones y conflictos (Selwyn, 2013), y por tanto es nuestra responsabilidad el hacernos las preguntas adecuadas acerca de nuestra comprensión del potencial y los desafíos que comporta la recolección, el análisis y el uso de datos de estudiantes y profesorado.

En este sentido, en un contexto en el que se dan relaciones de poder, relaciones asimétricas, entre estudiantes, profesorado e institución académica, no cabe descartar que la percepción de la justicia en el uso de los datos esté determinada, en el nivel institucional, por consideraciones no directamente asumibles por los demás estamentos. Así, es esencial complementar la ética de la justicia en el uso de los datos con una ética del cuidado que implique una comprensión *relacional* de la recolección, análisis y uso de los datos y que al mismo tiempo ofrezca resistencias y alternativas a los procesos de vigilancia institucional.

Así, una ética del cuidado en el uso de datos (Prinsloo et al., 2017) propone activar el gesto y la mirada de la cautela: *tener cuidado* con nuestras presunciones acerca de las evidencias que aportan los datos, así como las que hacemos acerca de la naturaleza y el uso de estos, acerca de su gobernanza, de la privacidad y del acceso a los mismos. Una tal ética del cuidado, en una universidad pública, enraíza también con la noción de *cuidar del alumnado* y recopilar, analizar y utilizar sus datos para mejorar sus tasas de éxito y de retención. Finalmente, una ética del cuidado debe considerar que, aunque los intereses de la institución deben confluir con los del alumnado (como define el Real Decreto 2310/72 de creación de la UNED), de hecho,

puede ocurrir que no se dé esta coincidencia, y también que es necesario priorizar, en caso de conflicto, estos últimos.

REFERENTES Y APROXIMACIONES PREVIAS

Conscientes de las delicadezas éticas derivadas de su implantación, algunas instituciones educativas pioneras en el uso de tecnologías basadas en datos masivos se han preocupado por dotarse de marcos conceptuales, éticos y normativos para su uso. Y otras iniciativas han fracasado justamente por no hacerlo.

Es conocido el ejemplo de InBloom, una corporación financiada con más de 100 millones de dólares por las fundaciones Gates y Carnegie en 2011, cuyo objetivo era digitalizar, almacenar y utilizar los datos del alumnado de todo el sistema educativo norteamericano para, en teoría, avanzar hacia una educación personalizada mediante el uso de tecnologías basadas en datos. Sin embargo, preocupaciones acerca de la privacidad de los datos y, sobre todo, el uso comercial que de ellos podrían hacer terceras empresas a través de acuerdos económicos con InBloom alentaron una rebelión de asociaciones de padres y madres (*Student Privacy Matters*, 2019) que resultaron en la cancelación del proyecto en su totalidad en 2014 (Singer, 2014).

Entre las instituciones universitarias que más han avanzado en considerar las implicaciones éticas y sociales del uso de datos está la Open University del Reino Unido que, ya en 2014, publicó una normativa sobre el «Uso ético de los datos del alumnado para la analítica de aprendizaje» (Open University, 2019). Además, ha publicado diferentes versiones divulgativas para los miembros de la comunidad universitaria, empezando por un documento en el que se exponen los ocho principios clave en que se basa. Estos principios se agrupan en cuatro ámbitos (alinear el uso de datos con los principios de la Universidad, establecer claramente el propósito y los límites, implicar al alumnado en el uso de sus datos y asegurar que estos son usados de forma sensata) y han sido criticados por, entre otras cosas, no ser suficientemente exhaustivos en su redacción (Farrow, 2015).

Otra experiencia relevante tiene origen también en el Reino Unido: se trata del Código para la Práctica de las Analíticas de Datos publicado por Jisc en 2015 (Bailey y Selatter, 2015). Jisc (anteriormente conocida como *Joint Information Systems Committee*) es una organización sin ánimo de lucro que representa los intereses de las instituciones de educación superior del Reino Unido en lo tocante a servicios y soluciones digitales. Su código, concebido para ser aplicado de forma general en cualquier institución educativa, aspira a establecer las responsabilidades de dichas instituciones para asegurar que las tecnologías basadas en datos son utilizadas de forma responsable, apropiada y efectiva.

Otra aproximación al mismo asunto fue publicada en 2015 en el marco del proyecto europeo LEA's BOX (Steiner et al., 2016). Tras analizar en profundidad otras propuestas previas, estas son sintetizadas en un marco de privacidad y protección de datos con ocho requisitos fundamentales (privacidad, propósito y propiedad de los

datos, consentimiento, transparencia y confianza, acceso y control, responsabilidad y evaluación, calidad de los datos y seguridad y manejo de los datos). Este enfoque preconiza que las tecnologías basadas en datos en el marco de los procesos de enseñanza/aprendizaje deben alinearse con estos ocho principios, que serían, así, requisitos fundamentales para un código de conducta aceptable.

En 2016, en el marco del proyecto europeo *Learning Analytics Community Exchange* (LACE), que conjugó el trabajo de nueve socios de siete países, se publicó una lista de comprobación (Drachsler y Greller, 2016) para establecer las características necesarias para otorgar confianza a las aplicaciones de tecnologías basadas en datos a la educación superior. Esta lista, llamada DELICATE por sus siglas en inglés, se plantea como un compromiso que se compone de ocho puntos: determinación (de la necesidad del uso de datos), explicación (de objetivos y límites), legitimación (de que es apropiado el uso de datos), implicación (de todos los agentes), consentimiento (mediante un contrato), anonimización (que proteja la privacidad de los individuos), aspectos técnicos (para garantizar la privacidad) y colaboradores externos (que han de asumir enteramente el compromiso).

Otra experiencia muy relevante es la del proyecto SHEILA (Tsai et al., 2018), cofinanciado por el programa Erasmus+ de la UE, cuyo objetivo es ayudar a las universidades europeas a convertirse en usuarios y custodios más maduros de los datos masivos de estudiantes que aprenden *online*. La principal aportación de este proyecto es un marco de desarrollo de políticas institucionales que promueve la evaluación formativa y el aprendizaje personalizado a través de la implicación directa de los miembros de la comunidad en el proceso de desarrollo. Este marco está además soportado por una útil herramienta interactiva¹ que está basada en un repositorio de experiencias colectivas de 89 instituciones de 26 países distintos.

Ya en 2019, el Consejo Internacional para la Educación Abierta y a Distancia (ICDE por sus siglas en inglés), ha publicado un conjunto de directrices sobre las prácticas éticas en la aplicación en el ámbito educativo de tecnologías basadas en datos (Slade y Tait, 2019). El objetivo del documento es identificar asuntos centrales de relevancia global, entre los que se encuentran la transparencia, la propiedad y el control de los datos, su accesibilidad, su validez y fiabilidad, la responsabilidad institucional, las comunicaciones, los valores culturales, la inclusión, el consentimiento o la agencia y responsabilidad del alumnado.

Finalmente, es importante inscribir estas consideraciones éticas sobre el uso de tecnologías basadas en datos educativos en el marco de investigación e innovación responsable (*responsible research & innovation*, RRI) promovido por la Comisión Europea en el programa Horizonte 2020 (Comisión Europea, 2014).

CUESTIONES RELEVANTES EN EL USO DE TECNOLOGÍAS BASADAS EN DATOS MASIVOS

Cualquier aplicación de las tecnologías basadas en datos masivos, y particularmente aquellas que se propongan en el ámbito educativo, debe responder a una serie de preguntas relevantes, como las propuestas por Roberts et al., (2017), que adaptamos aquí. Siendo que muchas no tienen respuesta evidente, fácil o incluso posible, estas preguntas han de ser tenidas en cuenta en cada caso y acompañar cada decisión de diseño en la posible implantación de dichas tecnologías, también en ámbitos distintos del educativo.

- ¿Quién puede beneficiarse?

Más allá de categorías genéricas como “la comunidad universitaria”, es esencial considerar qué agentes concretos pueden verse beneficiados en cada caso, y en qué condiciones. En algunas ocasiones el beneficio de una de las partes puede ser incompatible con el de otras. Por supuesto, en tales casos, atendiendo a la ética de los cuidados considerada más arriba, se debe priorizar a las partes a priori más débiles. Además, es importante tener en cuenta las consecuencias que sobre aquellas personas que no se podrán beneficiar de estas tecnologías (alumnado en reclusión forzosa, con diversidad funcional o quienes no deseen que sus datos sean usados, por ejemplo) puede tener su generalización.

- ¿A quién puede poner en riesgo?

Además de considerar los beneficiarios, es importante identificar aquellos colectivos que pueden ser puestos en riesgo para poder calibrar los pros y los contras de cualquier intervención. Como es obvio, el riesgo será mayor para los colectivos más expuestos, que en el caso de la UNED son el alumnado y, en menor medida, los equipos docentes y tutoriales.

Para el primer colectivo, hay encuestas que indican que las tecnologías basadas en datos masivos suelen ser bien aceptadas, pero también que existen casos en que los efectos pueden ser perniciosos: por ejemplo, los mensajes reiterativos pueden inducir desmotivación en ciertas personas o las predicciones de abandono funcionar como profecías autocumplidas. Además, allí donde se usen datos demográficos y de formación previa, existe un potencial para la propagación de estereotipos, sesgos y discriminaciones basadas en características grupales.

En cuanto a los equipos docentes y tutoriales, si las preguntas que guían el uso de las tecnologías basadas en datos masivos son fijadas por la administración educativa, sin aportes de dichos equipos, es fácil que se incremente el control gerencial sobre la enseñanza, con el foco centrado en la rendición de cuentas. En este

sentido, el compromiso y la participación del profesorado es crucial para asegurar la implementación exitosa de cualquier aplicación.

- ¿Quién toma las decisiones?

Dada la preocupación por el uso inadecuado de los datos, es necesario identificar en cada caso dónde reside la responsabilidad de fijar las preguntas que han de ser respondidas mediante el análisis de los datos, pero también qué datos se recolectan, analizan y visualizan, y quién tendrá acceso a qué información. Experiencias previas recomiendan que la comunidad afectada (el alumnado y los equipos docentes y tutoriales, por ejemplo) sean parte del proceso decisorio, es decir, que no existan procesos meramente informativos, sino que sean vinculantes: que estén preparados para virar el rumbo si así lo decide la comunidad. Además, deberían establecerse procedimientos formalizados que vayan más allá de recoger información mediante encuestas o participación en foros, por ejemplo, utilizando metodologías de previsión de impacto o ingeniería de requisitos basada en la comunidad (Maalej et al., 2016).

- ¿Qué datos se ponen en juego?

Con la digitalización de sucesivamente más ámbitos de la vida cotidiana, incluyendo los procesos de enseñanza/aprendizaje, el volumen y la variedad de datos que pueden ser puestos en juego es cada vez mayor. Al mismo tiempo, las posibilidades de cometer errores y propagar sesgos se incrementan cuando los datos son parciales, no existentes o cuando se cruzan datos entre bases de datos diferentes. Las inexactitudes, sesgos e imprecisiones derivadas del proceso de tratamiento de los datos pueden tener consecuencias graves, por lo que se recomienda el acceso al mayor número de datos posibles. También es extremadamente delicado el uso potencial de fuentes de datos externas a la institución como las redes sociales, en las que se dan procesos de desvelamiento de identidad potencialmente incontrolados, que además descansan sobre políticas de compañías no necesariamente alineadas con los principios de la institución.

- ¿Quién necesita ser informado y qué necesita saber?

En el caso concreto de los procesos de enseñanza/aprendizaje, analógicos o digitales, es claro que dependen en todo caso de cierto nivel de cesión de información entre las partes. Esto es así también en otros ámbitos de digitalización. Sin embargo, el desarrollo de tecnologías basadas en datos masivos exige preguntarse hasta qué punto las instituciones tienen la obligación de informar a la comunidad del uso que se hace de sus datos y de que su comportamiento puede estar siendo hasta cierto punto monitorizado. Por ejemplo, ¿es necesario informar al alumnado de que se

almacenan datos anónimos para calcular promedios de tiempo empleado en acabar una titulación? ¿Y si por el contrario se almacenan los datos de personas concretas para el mismo fin?

- ¿Es necesario el consentimiento expreso para el uso de datos? ¿Cómo se otorga?

Más allá de informar de que hay datos que están siendo registrados, existe un debate abierto acerca de si el consentimiento expreso es necesario o no, y en caso de que sí, con qué frecuencia y en qué circunstancias. Algunos enfoques propuestos incluyen: aceptación de inclusión al inicio de la relación con posibilidad de decidir la autoexclusión más adelante; posibilidad de autoexclusión al inicio de la relación con posibilidad de inclusión más adelante; aceptación de inclusión al inicio de la relación y nueva aceptación de inclusión cada vez que haya cambios; aceptación de inclusión o posibilidad de exclusión cada vez que se desencadene una intervención basada en datos. La lista no es exhaustiva y cada enfoque tiene sus propias limitaciones.

- ¿Hasta qué punto son necesarias disposiciones de privacidad?

La privacidad, en el contexto actual, se ha convertido en un concepto polémico y resbaladizo. En este contexto, surgen preguntas acerca de qué datos se recopilan, quién puede ver información acerca de personas concretas (por ejemplo, ¿puede el profesorado ver información sobre el alumnado de cursos en los que no está involucrado?, pero también, ¿pueden otras instituciones?, ¿y futuros empleadores?) y cuánto tiempo es imprescindible mantener los datos accesibles, sabiendo que el uso de datos históricos de cursos pasados puede beneficiar al alumnado actual.

- ¿Es necesario desidentificar los datos? ¿Es esto suficiente para garantizar el anonimato?

Cuando el identificador personal es sustituido por un código arbitrario, decimos que los datos han sido desidentificados, y se espera que sea imposible reconocer a un individuo concreto a partir de los registros guardados. Sin embargo, cuando se juntan fuentes de datos diversas y detalladas ('big data'), esta precaución no siempre es suficiente, lo cual ha provocado, en algunos casos célebres, consecuencias inesperadas (por ejemplo, es posible identificar a una persona en una base de datos anonimizada mediante información de redes sociales). Estas consecuencias pueden ser evitadas con procesos de anonimización más robustos, pero, sin embargo, no siempre es posible (ni deseable) anonimizar datos durante el desarrollo de la relación entre la institución y los miembros de su comunidad, lo que supone, por ejemplo, que en ámbitos educativos los procesos de anonimización han de tener lugar una vez que el alumnado abandona la institución (o cuando fije la normativa).

- ¿Quién es responsable de la administración y la protección de los datos?

Es importante (y en algunos casos obligatorio) que la institución defina quién tiene la responsabilidad de la preservación, seguridad y compartición de los datos, incluyendo responsables concretos para la recolección, los procesos de anonimización, los análisis y la administración de los datos, al menos.

- ¿Quién posee los datos y cuáles son las implicaciones?

Determinar los derechos de propiedad intelectual de los datos y los resultados obtenidos a partir de ellos es un asunto de gran complejidad y repercusiones: ¿pertenecen a cada individuo, a la institución, a la compañía que provee la infraestructura? ¿Pueden usarse en investigación? ¿Cómo afecta esto a la posibilidad de reutilización de datos fuera de la UNED, si tal cosa llega a ser planteada?

- ¿Tiene la UNED alguna obligación de actuar?

Si se demuestra que las tecnologías basadas en datos masivos conllevan beneficios, como por ejemplo incrementar el éxito del alumnado, ¿tiene la institución la obligación de intervenir para sacar partido de esta oportunidad? Esta obligación, ¿qué relación guarda con el coste económico que dicha intervención pueda tener? Es decir, ¿es admisible que la UNED no actúe a sabiendas de que el alumnado puede beneficiarse, por ejemplo?

- ¿Cómo puede ser reconocida y respetada la voluntad de los miembros de la comunidad universitaria?

Si las tecnologías basadas en datos masivos sugieren alguna acción concreta, es necesario definir si las personas afectadas están o no obligadas a aceptarla, y cuáles son las consecuencias de una u otra elección. Existe un cierto riesgo de infantilización a través de la coerción y las invasiones de la privacidad.

- *Si algo sale mal, ¿qué posibilidades de reparación existen?*

Reconociendo que las tecnologías basadas en datos masivos pueden tener consecuencias imprevistas, es necesario preguntarse acerca de las capacidades de reparación de las que la institución quiere dotarse. Dar la posibilidad de que cualquiera pueda formular objeciones o quejas por un canal institucional claro es un paso esencial para abordar repercusiones inesperadas.

- ¿No está todo esto cubierto por la normativa vigente?

Pese a que la reforma europea de 2016 de las reglas de protección de datos (Unión Europea, 2016) ha supuesto un gran avance en la protección del control individual sobre los datos personales y en la especificación de reglas para instituciones y empresas, no faltan voces críticas que alertan de sus limitaciones en la protección de la privacidad (Biosca, 2018). Además, son notorios los casos de empresas que, cumpliendo escrupulosamente con la legalidad, han incurrido en prácticas más que cuestionables. Mediante este documento, la UNED pretende ir más allá y establecer un marco ético que, dentro del más escrupuloso respeto por la normativa vigente, proporcione mayor seguridad y tranquilidad a los miembros de su comunidad.

CAUTELAS NECESARIAS PARA UN USO RESPONSABLE DE TECNOLOGÍAS BASADAS EN DATOS MASIVOS

La UNED, atendiendo a lo anteriormente expuesto y consciente de su responsabilidad a la hora de prevenir los riesgos asociados con el uso de datos masivos en el contexto educativo y en otros, se compromete a observar, en todas las fases de diseño, implantación y uso de tecnologías basadas en datos, al menos las siguientes cautelas:

- **Cautela 0: Del cuidado**

Una voluntad expresa de cuidado guiará en todo momento las actuaciones de la UNED respecto al uso de los datos: tendrá cuidado de que no se haga un mal uso de ellos (*primum nil nocere*) y cuidará, a través de ellos, del bienestar de los miembros de la comunidad universitaria, particularmente del de los colectivos más vulnerables.

- **Cautela 1: De la responsabilidad**

La UNED asume su responsabilidad en el uso de datos y determinará una autoridad reconocible que será responsable del uso legal, ético y eficiente de las tecnologías basadas en datos. Además, será necesario fijar quién tiene responsabilidades específicas sobre la anonimización de los datos, así como su recolección, conservación y administración.

- **Cautela 2: De la transparencia**

La UNED desarrollará políticas institucionales claras con respecto al uso de tecnologías basadas en datos masivos. Definirá, registrará y comunicará a la comunidad universitaria las fuentes de datos, los propósitos de los análisis, las

métricas usadas, quién tiene acceso a los análisis, los límites de su uso y cómo se interpretan los datos. Cuando los datos estén incompletos o se usen como aproximación a otros no disponibles, se aclarará en qué suposiciones se basa dicha aproximación.

- **Cautela 3: Del consentimiento**

El consentimiento de cada miembro de la comunidad universitaria será necesario para el uso de sus datos personales. Si el consentimiento se da al inicio de la relación con la UNED, será informado con explicaciones detalladas acerca del uso previsto de los datos. Cuando los datos se usen para intervenir en las decisiones que afectan al trayecto de una persona en el seno de la institución o al acceso a sus recursos, será necesario obtener consentimiento expreso y específico para esos usos. La UNED establecerá protocolos para permitir la revocación del consentimiento.

- **Cautela 4: De la privacidad y el acceso**

El acceso a los datos y a los análisis derivados de ellos estará restringido a quienes tengan una causa legítima, que será determinada por la UNED en función del nivel de agregación de los datos y las competencias de quienes lo soliciten. Cuando los datos sean anónimos, la UNED cuidará de que no sea posible reidentificar a los individuos a partir de los metadatos ni por agregación de múltiples fuentes de datos. La UNED tendrá particular cuidado, en el caso de que los datos sean cedidos a terceras partes, de que estas se adhieran a las cautelas aquí expresadas y a los principios de la institución, evitando particularmente usos comerciales.

- **Cautela 5: De la propiedad y el control**

La UNED asume que no es la propietaria de los datos personales recabados, sino solo la responsable temporal de su tratamiento. Conforme a las prácticas indicadas por la Agencia Española de Protección de Datos en cumplimiento del Reglamento Europeo de Protección de Datos, la UNED cuidará de que los miembros de su comunidad tengan la posibilidad de corregir, eliminar o añadir contexto a sus datos siempre que sea posible, así como la de acceder a los análisis derivados y la de reclamar ante posibles consecuencias adversas del uso de tecnologías basadas en datos.

- **Cautela 6: De la validez y la fiabilidad**

Para asegurar que las aplicaciones de tecnologías basadas en datos son válidas y fiables, la UNED garantizará que los datos son precisos y representativos de aquello

que dicen medir. Además, serán mantenidos al día tanto como sea posible. Cuando en el análisis se usen encuestas de opinión o se apliquen inferencias estadísticas, la UNED cuidará de que la muestra sea suficientemente grande y representativa y de que los resultados sean estadísticamente significativos. Todos los algoritmos y métricas utilizados serán comprendidos, validados, revisados y mejorados según corresponda por personal calificado.

- **Cautela 7: De los posibles impactos adversos**

La UNED reconoce que cualquier individuo es siempre más que la suma de los datos disponibles acerca de ella o él, y que las circunstancias personales no pueden ser descritas totalmente por los datos. Así, tomará medidas para evitar que tendencias, promedios, categorías o etiquetas produzcan sesgos en la percepción de la institución sobre las personas o en su relación con ellas, así como que se refuercen actitudes discriminatorias o se incrementen las desigualdades. Además, el impacto de las intervenciones basadas en datos sobre los distintos colectivos de la comunidad universitaria será tenido en cuenta, particularmente en las necesidades de formación y en la carga de trabajo. En cualquier caso, la UNED hará lo que esté en su mano por minimizar los posibles impactos adversos.

- **Cautela 8: De la participación**

Siempre que sea posible, la UNED tratará de involucrar a los distintos colectivos de la comunidad universitaria en la aplicación de tecnologías basadas en datos. En particular, dadas las relaciones asimétricas de poder en relación con el alumnado, otros colectivos de la UNED tratarán a sus miembros como iguales en lo relativo a los usos de sus datos, cuidando de que su punto de vista sea tenido en cuenta en la toma de decisiones.

NOTAS

- ^{1.} Este documento tiene por objeto proporcionar contexto y material para el diseño de un proceso participativo para deliberar en torno a las cautelas definidas en la Sección 5. Dicho proceso participativo tuvo lugar del 16 al 26 de enero de 2020 a través de la web <http://participa.uned.es>. Las cautelas que resultaron de dicho proceso compondrán un documento institucional que será asumido por la UNED.

Se agradece la contribución de Jesús González Boticario, Miguel Santamaría Lancho, Ángeles Manjarrés Riesco, Inés Gil Jaurena, José Ramón Álvarez Sánchez, Juan Manuel Lacruz López, Mariano Melendo Pardos, Belén Ruiz de Gopegui, Ángeles Sánchez-Elvira Paniagua, Patricia Sánchez Sánchez del Arco, Ricardo Mairal Usón, Paz San Segundo Manuel, Gomer Betancor Nuez y Javier Gil García.

REFERENCIAS

- AEPD (2019). *Guía práctica para las evaluaciones de impacto en la protección de los datos sujetas al RGPD*. Agencia Española de Protección de Datos. Recuperado de <https://www.aepd.es/media/guias/guia-evaluaciones-de-impacto-rgpd.pdf>
- Bailey, P. y Scatter, N. (2019). Code of practice for learning analytics, Jisc. Recuperado de <https://www.jisc.ac.uk/guides/code-of-practice-for-learning-analytics>
- Bienkowski, M., Feng, M., y Means, B. (2012). *Enhancing teaching and learning through educational data mining and learning analytics: An issue brief*, U.S. Department of Education, Office of Educational Technology.
- Biosca, P. (2018). Lo mejor y lo peor de la nueva normativa de privacidad, según los expertos, ABC. Recuperado de https://www.abc.es/tecnologia/redes/abci-rgpd-mejor-y-peor-nueva-normativa-privacidad-segun-expertos-201805242219_noticia.html
- Blake, W. (1790). *The Marriage of Heaven and Hell*. En Erdman, David V. (Ed.), *The Complete Poetry and Prose*. Versión de José Viñals.
- Comisión Europea (2014). Responsible research & innovation, *Horizon 2020 - European Commission*. Recuperado de <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/responsible-research-innovation>
- Drachler H., y Greller W. (2016). Privacy and Analytics: It's a DELICATE Issue a Checklist for Trusted Learning Analytics, en *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, New York, NY, USA, (pp. 89-98).
- Farrow, R. (2015). Ethical principles of learning analytics – mini critique. Recuperado de <https://philosopher1978.wordpress.com/2015/12/03/ethical-principles-of-learning-analytics-mini-critique/>
- Floridi, L., y Taddeo, M. (2016). What is Data Ethics?, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 374(2083).
- Kitchin, R. (2014). *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures & Their Consequences*. SAGE Publications Ltd.
- Maalej, W., Nayebe M., Johann, T., y Ruhe, G. (2016). Toward Data-Driven Requirements Engineering, *IEEE Software*, 33(1), 48-54.
- Open University (2019). *Ethical use of Student Data for Learning Analytics – Student Policies and Regulations* – Open University. Recuperado de <https://help.open.ac.uk/documents/policies/ethical-use-of-student-data>
- Prinsloo, P., y Slade, S. (2017). Big Data, Higher Education and Learning Analytics: Beyond Justice, Towards an Ethics of Care. En B. Kei Daniel, (Ed.), *Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice*, (109-124). Cham: Springer International Publishing.
- Roberts, L. D., Chang, V., y Gibson, D. (2017). Ethical Considerations in Adopting a University- and System-Wide Approach to Data and Learning Analytics. En B. Kei Daniel (Ed.), *Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice* (89-108). Cham: Springer International Publishing.
- Selwyn, N. (2013). *Distrusting educational technology: Critical questions for changing times*. Routledge.
- Singer, N. (2014). InBloom Student Data Repository to Close, *Bits Blog*. Recuperado de <https://bits.blogs.nytimes.com/2014/04/21/inbloom-student-data-repository-to-close/>
- Slade, S., y Tait, A. (2019). Global guidelines: Ethics in Learning Analytics, International

- Council for Open and Distance Education (ICDE). Recuperado de <https://www.icde.org/s/Global-guidelines-for-Ethics-in-Learning-Analytics-Web-ready-March-2019.pdf>
- Steiner, C. M., Kickmeier-Rust, M. D., y Albert, D. (2016). LEA in Private: A Privacy and Data Protection Framework for a Learning Analytics Toolbox, *Journal of Learning Analytics*, 3(1), 66-90.
- Student Privacy Matters (2019). Parent Coalition for Student Privacy, *Parent Coalition for Student Privacy*. Recuperado de <https://www.studentprivacymatters.org/>
- Tsai, Y. S. et al. (2018). SHEILA: Supporting Higher Education to Intergrade Learning Analytics. Recuperado de <https://sheilaproject.eu/2018/11/30/sheila-final-research-report/>
- Unión Europea (2016). *Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos) (Texto pertinente a efectos del EEE)*, vol. 119. Recuperado de <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/spa>

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DEL AUTOR

José L. Aznarte. Profesor titular en el Departamento de Inteligencia Artificial de la UNED. Sus líneas de investigación giran en torno a la predicción de series temporales y sus aplicaciones para el bien común: por ejemplo, el modelado de la contaminación. Coordina el desarrollo de un sistema predictivo operacional para predecir la calidad del aire en la ciudad de Madrid. Es director de la cátedra UNED-EMT en Movilidad Sostenible y Calidad del Aire. Temporalmente ejerce como vicerrector adjunto de Digitalización e Innovación, donde trabaja en la aplicación de tecnologías basadas en datos masivos a los procesos de enseñanza/aprendizaje, con especial atención a las implicaciones sociales y éticas del uso de dichos datos. <https://sites.google.com/view/jlaznarte>
E-mail: jlaznarte@dia.uned.es

Dirección:
Departamento Inteligencia Artificial | UNED
C/ Juan del Rosal, 16. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España
tel.: +34 913989688

Fecha de recepción del artículo: 28/01/2020

Fecha de aceptación del artículo: 13/02/2020

Fecha de aprobación para maquetación: 23/03/2020

Estudios e Investigaciones

Resistencia docente al cambio: Caracterización y estrategias para un problema no resuelto

**(Teachers resistance to change: Features and
strategies for an unsolved issue)**

José Luis Córca

Fundación Latinoamericana para la Educación a Distancia, FLEAD (Argentina)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26578>

Cómo referenciar este artículo:

Córca, J. L. (2020). Resistencia docente al cambio: Caracterización y estrategias para un problema no resuelto. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 255-272. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26578>

Resumen

La resistencia al cambio entendida como un comportamiento observable en respuesta al desagrado o desafío que sienten los docentes como consecuencia de la introducción de nuevas ideas, métodos o dispositivos es una constante inevitable en las organizaciones educativas. Los sistemas educativos como organizaciones dinámicas cuya misión es ofrecer respuesta a las necesidades de formación de la población han de asumir que el cambio es inevitable y, por lo tanto, lo es también la resistencia al mismo. Se requiere, por tanto, de un estudio que permita encontrar estrategias y vías de incentivo por parte de los gestores institucionales toda vez que los cambios exitosos solo son posibles cuando se ha gestionado correctamente la resistencia al mismo. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio bibliográfico transversal que caracterice la resistencia docente al cambio, sus factores asociados, las tipologías y perfiles comunes y las estrategias posibles para enfrentarla. El resultado es un relevamiento de las distintas concepciones internacionales, los factores, las actitudes y las estrategias sugeridas por la comunidad científica. Es una problemática de larga data, irresuelta y transversal a los países, existiendo un vacío bibliográfico respecto a casos de éxito. Los resultados obtenidos permiten la formulación del marco teórico de acciones de políticas y planes estratégicos que, al contemplar la resistencia docente al cambio, mejoren las posibilidades de permeabilidad de las políticas educativas.

Palabras clave: resistencia al cambio; gestión del centro de enseñanza; política de la educación; planificación educativa.

Abstract

Resistance to change, understood as observable behaviour in response to the displeasure or challenge teachers feel as a consequence of the introduction of new ideas, methods or devices, is a constant in educational organizations. Educational systems, as dynamic organizations willing to respond to the training needs of the population, must assume that change is inevitable and so is resistance to it. Therefore, a study is required to find out strategies and incentives for institutional managers to deal with resistance, since successful changes are only possible when resistance has been properly managed. The main goal is to develop a bibliographic study that characterizes the teaching resistance to change, its associated factors, the typologies and common profiles and the possible strategies to deal with. The result is a review of the different international conceptions, factors, attitudes and strategies suggested by the scientific community. The problem is identified as long-standing, unresolved and transversal to the countries, with a bibliographic gap regarding success stories. These results will allow the formulation of theoretical framework for educational policies and strategic plans that, when contemplating the teaching resistance to change, would improve the chances of success.

Keywords: resistance to change; school management; educational policy; educational planning.

LA RESISTENCIA HUMANA AL CAMBIO

Caruth y Caruth (2013) sostienen que allí donde hay cambio organizacional, existe resistencia al cambio. De acuerdo con Reilley (1989), “una ley fundamental de la física establece que a cada acción le acompaña una reacción de igual intensidad e inverso sentido” (p. 53) por lo que, ante cada propuesta de modificación del *statu quo* en las instituciones educativas, es de esperar naturalmente que, al menos, parte de los docentes involucrados, resistan dicho cambio. Los mismos autores señalan taxativamente que “allí donde hay cambio organizacional, habrá resistencia al cambio” (p. 12).

El estudio de la resistencia al cambio resulta entonces importante por su capacidad de proveer, a los encargados de establecer las políticas educativas, evidencias sobre cuáles son los factores involucrados, de manera tal que puedan desarrollar mejoras para conducir estas fuerzas de oposición de manera constructiva y poder avanzar (Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, 2013). Además, el estudio de los factores de resistencia al cambio puede ser de provecho también para los docentes, puesto que según los autores cuando un factor psicológico o personal de resistencia es identificado, los docentes pueden desarrollar una sensibilidad especial para auto detectarlos en su propia conducta, los docentes pueden cambiar sus percepciones acerca del cambio y volverse entonces más receptivos a las nuevas tendencias.

Resulta entonces fundamental abordar el fenómeno dado que los cambios organizacionales solo serán exitosos si se trata adecuadamente la resistencia al cambio (Caruth y Caruth, 2013). Para dichos autores, esta resistencia puede ser definida como “un comportamiento observable en respuesta al desagrado o desafío que sienten los docentes como consecuencia de la introducción de nuevas ideas, métodos o dispositivos” (p. 13), o bien como “el grado en el que se está sistemáticamente en desacuerdo con cualquier iniciativa que involucre a lo nuevo dentro de la institución” (p. 13).

La resistencia al cambio en las instituciones educativas se manifiesta cuando las personas involucradas carecen de interés en el mismo, o bien tratan de disminuir su colaboración para preservar el *statu quo*, y consiste en acciones tanto abiertas como veladas que los docentes llevan a cabo con el fin de prevenir, interrumpir o dificultar la implementación exitosa de los cambios (Clarke, Ellett, Bateman y Rugutt, 1996).

Los sistemas educativos se materializan como organizaciones dinámicas cuya misión es dar respuesta a las necesidades de formación de la población. Siendo estas necesidades variables, han de producirse cambios en las estrategias institucionales si se quiere dar respuesta a la sociedad que se pretende servir. Al interno del sistema, los responsables de conducir la innovación han de aceptar que el cambio es inevitable y, por consiguiente, debe entenderse que la resistencia también lo es (Caruth y Caruth, 2013).

Por lo tanto, en una sociedad en la cual los cambios se suceden cada vez de manera más veloz, éstos constituyen una parte del proceso organizacional y ocurren debido a la convicción de que hay una necesidad de expandir, mejorar y transformar el sistema (Kezar, 2001). Este cambio cuya necesidad se manifiesta transversalmente en las instituciones educativas es ubicuo, continuo y ocurre a diario (Boyce, 2003), afectando todas las áreas y no simplemente aquellas que están relacionadas con las tecnologías.

Para los docentes, formados en un sistema de trabajo y acostumbrados a su propia toma de decisiones, la necesidad de ofrecer respuesta a demandas cambiantes suele resultar movilizador, ya que el cambio mueve a las personas desde lo conocido y confortable a lo desconocido, inusual e incómodo (Flamholtz y Randle, 2008) produciendo una diversidad de temores e incertidumbres, por lo que la resistencia al cambio es, en el fondo, la resistencia a la idea de perder algo que es valioso o perder algo conocido para ganar algo desconocido (Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, 2013).

Por tanto, si la realidad social es dinámica, la velocidad de los cambios es creciente y el sistema educativo en su conjunto debe asumir como misión dar respuesta a las necesidades formativas de la sociedad en la que se encuentra inmerso; el cambio resulta tan inevitable como la resistencia de los docentes a éste. Han de encontrarse entonces estrategias y vías de incentivo para hacer que este cambio sea posible. A este respecto, Palmer, Dunford y Akin (2009) encontraron que no todas las personas de la organización lo resisten y que existen también incentivos para motivarlo, como la seguridad, la remuneración, la autoridad, el estatus, la responsabilidad, las

condiciones de trabajo, la auto satisfacción y la disponibilidad de tiempo y esfuerzo necesarios. Serán éstas las áreas potenciales a las que los gestores del cambio deberán prestar especial atención, toda vez que el progreso de las transformaciones en las instituciones educativas está afectado, hasta un cierto grado, por las actitudes de resistencia que prevalecen en los cuerpos docentes (Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, 2013).

MÉTODO

El presente trabajo constituye una operación documental con el fin de recuperar y analizar un conjunto de documentos o referencias bibliográficas que se han publicado sobre esta temática específica y se entiende como un estudio detallado, selectivo y crítico que integra la información esencial de una perspectiva (Girao, 2015).

Se siguió los lineamientos de Merino-Trujillo (2011) pretendiendo como finalidad resumir la información sobre la temática, identificar los aspectos relevantes, identificar las variables asociadas al estudio del tema, proporcionar información amplia para ahorrar tiempo y esfuerzo en la lectura de documentos primarios y ayudar al lector a preparar comunicaciones, contribuyendo a superar las barreras idiomáticas y discutiendo las conclusiones.

Siguiendo a Cué et al. (2008), se conformaron los siguientes pasos: definición del tema, elaboración del plan de trabajo, búsqueda bibliográfica, selección y acceso a los documentos, análisis y síntesis de la información y redacción del artículo.

ORIGEN Y NATURALEZA DE LA RESISTENCIA DOCENTE AL CAMBIO

Nada produce tanta ansiedad en el lugar de trabajo que la frase “el cambio viene” (Lane, 2007) (p. 85). En los cuerpos profesoraes, la incertidumbre es uno de los factores principales de resistencia, “en especial para aquellos individuos con insuficiente capacidad de afrontamiento del cambio” (Caruth y Caruth, 2013) (p. 12). Dado que la naturaleza de la resistencia al cambio es subjetiva (Ford y Ford, 2010), a pesar del hecho de que los cambios se implementen por razones positivas, los miembros de la organización frecuentemente reaccionan en forma negativa y resistente (Boohene y Williams, 2012) aun cuando éste sea implementado por razones loables como la adaptación a las condiciones ambientales o permanecer competitivos (Kreitner y Kinicki, 2010). Esto contribuye a que la inclusión de TIC en el sistema educativo sea aún muy pobre (Padilla, 2018).

La resistencia al cambio suele tener origen en la sensación de que éste es requerido como remedio a un mal desempeño profesional en las actividades que la institución educativa en general y los profesores en particular, están realizando de manera cotidiana. La sola idea crea inestabilidad y amenaza a las instituciones educativas, ya que es percibido como una prueba de que la estructura actual es

defectuosa o inadecuada, y tal percepción puede generar reacciones defensivas que se suman a los sentimientos de angustia y fracaso (Caruth y Caruth, 2013).

Complementariamente, si además de inferir que el cambio tiene origen en deficiencias a corregir en las prácticas áulicas, los docentes sienten que las nuevas propuestas amenazan su identidad profesional, la resistencia se agrava. Los mismos autores sostienen que “la forma en la que los docentes reaccionan a las reformas educativas está determinada en gran medida por la percepción que los mismos tengan respecto de si sus identidades profesionales están siendo reforzadas o amenazadas por los cambios propuestos” (p. 109).

Resistencia al modo de implantación

Para Palmer et al. (2009), los docentes resisten cuando detectan errores en el modo de implementación (factor organizacional) en especial si han pasado por frecuentes cambios y contracambios en un período limitado de tiempo o si han sido testigos de los efectos negativos de procesos de transformación anteriores.

Resulta fundamental el nivel de credibilidad en las habilidades y competencias del equipo que lidera la implantación para despertar la confianza de los docentes en dicho proceso. Al respecto, Caruth y Caruth (2013) señalan que la falta de confianza en quienes conducen el cambio puede pronosticar reacciones de descreimiento que luego llevan a una resistencia intencionada a los cambios organizacionales: “El descreimiento como resultado del cambio organizacional tiene gran impacto en la intención de resistir el cambio por parte de los trabajadores” (p. 16).

En el mismo sentido opinan Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani (2013) cuando sostienen que la resistencia al cambio se ve reforzada cuando éstos son introducidos sin el debido proceso de planeamiento, cuando los docentes no fueron preparados con anticipación, y cuando éstos sienten que las transformaciones son impuestas, antes que surgidas de la realidad cotidiana de sus trabajos. También Caruth y Caruth (2013) afirman que “la resistencia al cambio de los docentes tiene especial relación a la forma en la que los cambios son introducidos”.

Debido a la naturaleza compleja y subjetiva de la resistencia al cambio, Ford y Ford (2009a) sugieren una aproximación “conversacional” en los casos en que se perciba resistencia, con el fin de identificar por qué los gestores del cambio llaman como resistente a una actitud en particular, tomando un modelo de aproximación constructivista que ve, en las manifestaciones de resistencia al cambio por parte de los docentes, una oportunidad de aprendizaje, de entender y mejorar el proceso de transformación, y de crecimiento por parte de los gestores responsables de implementar el mismo (Snyder, 2017).

Aun así, no siempre es simple identificar la resistencia al cambio, puesto que en ocasiones sucede que la oposición a una iniciativa tiene origen en que la misma es considerada inadecuada por el profesorado de una comunidad concreta. Al respecto, Ford y Ford (2009b) plantean que las razones, los pensamientos y emociones que

acompañan a la resistencia al cambio son de naturaleza compleja. No todos los comportamientos resistentes han de ser vistos como resistencia sistemática, dado que en muchas oportunidades el origen es un esfuerzo legítimo para mantener los objetivos institucionales, en especial por parte de los miembros con mayor historia institucional y compromiso.

Resistencia originada en las tecnologías

En particular, una de las formas de integración de tecnologías que se ha convertido en los últimos tiempos en el ejemplo icónico del cambio en la educación superior es la educación en línea, puesto que la transformación en el sistema de enseñanza-aprendizaje y sus prácticas son frecuentemente resistidos por los docentes y en el caso de la educación que cambia la relación cara a cara entre docente y estudiantes, la oposición ha sido abierta y explícita (Caruth y Caruth, 2013).

Al respecto de la introducción de cambios en los métodos de enseñanza, Al-Ateeqi (2009) indica que, aun cuando las metodologías interactivas promueven la creatividad y la innovación en la enseñanza, algunos docentes prefieren los métodos y estilos antiguos. Esto crea un conflicto entre las autoridades y los encargados de establecer las políticas educativas. Los argumentos frecuentes para la resistencia a la innovación que implica la educación en línea son descritos por Folkers (2005) quien señala que, entre las razones que se esgrimen para el cambio hacia la virtualidad, se encuentran la calidad de la educación en línea, los desafíos para evaluar el proceso de los estudiantes, la carga creciente de trabajo, los derechos de propiedad intelectual de cursos y recursos, entre otros.

Sin embargo, Lane (2007) señala que la resistencia al cambio de las instituciones educativas en lo que a la implementación de educación en línea respecta, son principalmente resultado inevitable de la incertidumbre.

FACTORES ASOCIADOS A LA RESISTENCIA DOCENTE AL CAMBIO

La resistencia al cambio docente demora y ralentiza cualquier proceso de reforma educativa y puede tomar dos formas bien definidas: abierta o encubierta. La resistencia abierta se manifiesta en acciones que pueden ser productivas si se manejan de manera positiva, mientras que las encubiertas son más complejas de manejar porque incluyen la obstrucción o la obstaculización de los esfuerzos de cambio (Snyder, 2017). Por su parte, Padilla (2018) señala las percepciones negativas con respecto a las TIC como factor relevante, agrupando la resistencia en dos tipologías: causas relacionadas con los aspectos técnicos o barreras y causas relacionadas con los aspectos pedagógicos. Respecto de las primeras, Jhonson (2018) demuestra que una actitud positiva respecto de los cambios permite superar las barreras percibidas.

Los factores de la resistencia al cambio por parte de los docentes han sido abordados desde distintas facetas que incluyen los asociados a la personalidad,

aquellos que se agrupan en torno a las características de la cultura institucional y los que se encuentran relacionados con la auto percepción de los docentes respecto de su propia autoeficacia en el uso de las tecnologías.

Factores asociados a la personalidad

Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani (2013) describen tres tipos de factores asociados a la resistencia al cambio: los factores psicológicos, los factores personales y los asociados a la falta de confianza. Para los autores, los factores psicológicos influyen de modo determinante en la resistencia al cambio por parte de los docentes. Ejemplos de estos factores son las sensaciones de pérdida, amenaza, duda, incomodidad o preocupaciones. Por su parte, los factores personales de la resistencia al cambio están asociados a la identidad, las actitudes, las creencias, la adaptabilidad y la confianza. También sobre factores personales se manifiestan Graetz, Rimmer, Lawrence y Smith (2002), señalando como factor personal relevante que los docentes consideren que el cambio a ser implementado es innecesario (si las cosas están bien, para qué cambiarlas).

Finalmente, la falta de confianza, las tendencias conservadoras relacionadas con la edad, las diferentes percepciones de los peligros externos o el desacuerdo respecto de las estrategias propuestas para su materialización, son factores que también contribuyen a la resistencia docente. Por su parte, Palmer et al. (2009) agregan como factor a la incomodidad y la incertidumbre.

Factores asociados a la cultura institucional

Per (2004) señala la existencia de otro grupo de factores, relacionados con la cultura institucional, ya que ésta tiene un efecto fundamental en las actitudes de adopción o resistencia, explicando que dichos factores incluyen el modo en que las normas y los valores toman forma, cómo el trabajo es institucionalmente organizado, cómo se crean las relaciones interpersonales y cómo la misma idea del cambio y la renovación es interpretada en la institución educativa.

Un caso especial de cultura institucional es el de las instituciones de educación superior en general y las universitarias en particular, cuya inercia para la adopción de los cambios es explícitamente mencionada por Caruth y Caruth (2013), cuando nos dicen que “para decirlo de manera sencilla, las universidades han sido criticadas históricamente por ser demasiado lentas para implementar los cambios” (p. 13). Para los autores, la implementación de cambios educativos en los sistemas universitarios seguirá siendo un desafío porque las universidades son lentas en la implementación de los mismos, debido a que tratan de mantener un balance entre tradición e innovación. En el mismo sentido se manifiestan Keenan y Marchel (2007).

En las instituciones universitarias, el proceso de socialización por el que las personas adquieren identidad, heredan y transmiten las normas, el comportamiento,

las costumbres y las ideologías, es naturalmente resistente a los cambios organizacionales. De hecho, los profesores universitarios pueden llegar incluso tan lejos como argumentar que su resistencia al cambio se debe a que éstos limitan su libertad de cátedra o libertad académica cuando, de hecho, son los profesores y no las autoridades los que, en general, controlan las características fundamentales de las prácticas docentes en las instituciones de educación superior (Caruth y Caruth, 2013).

Sin embargo, no todos los profesores resisten por igual. Clarke et al. (1996) sostienen que las investigaciones muestran que los profesores más antiguos y, en especial, los varones con propiedad sobre las cátedras y los profesores de tiempo completo son los que tienen más probabilidades de presentar resistencia al cambio.

Factores asociados a la percepción de autoeficacia

De entre los factores de resistencia al cambio analizados por los diversos autores, se describe especialmente la autoeficacia percibida por parte del docente, misma que se divide en dos factores. El primero es la eficacia personal, o la percepción de que se poseen las habilidades necesarias para llevar adelante el cambio (Ashton y Webb, 1986). La segunda es la eficacia docente, o la creencia de que los estudiantes se beneficiarán a partir de los cambios producidos (Gibson y Dembo, 1984).

Por su parte, Araya y Orellana (2018) destacan la importancia de la barrera tecnológica auto percibida, así como el desconocimiento de las herramientas y de las metodologías como causa principal de la resistencia docente. Otro factor que puede influenciar la respuesta de los docentes a la innovación es el grado de cansancio crónico, descrito como síndrome de *Burnout*. El cansancio crónico puede ser pensado como una de las muchas posibles variables moderadoras que afectan los valores de la expectativa de desempeño y el valor subjetivo asignado a las iniciativas (Gonsiewski, 2014).

El autor sostiene que las investigaciones que estudian la relación entre el cansancio crónico y la autoeficacia sindicán que ambas variables están correlacionadas negativamente. Así, los docentes con una alta autoeficacia percibida tienen una probabilidad menor de experimentar cansancio crónico, mientras aquellos que no se auto perciben como eficaces, tienden a mostrar mayores niveles de agotamiento (Evers, Brouwers, y Tomic, 2002; Bümen, 2010; Brouwers, Tomic, y Boluijt, 2011; Brown, 2012). Si bien la relación entre autoeficacia percibida y cansancio crónico ha sido identificada consistentemente como correlación fuerte, la relación entre aquella y la aceptación del cambio ha sido menos establecida.

Estos factores han sido descritos recientemente a través de un modelo matemático de factores explicativos de la resistencia al cambio y la incorporación de TIC (Córica, 2019) en el ámbito particular de los docentes de Argentina.

ESTRATEGIAS POSIBLES PARA ENFRENTAR LA RESISTENCIA DOCENTE AL CAMBIO

Los encargados de la implantación de los procesos de cambio han de desarrollar diversas estrategias para gestionar las reacciones de resistencia de las personas (Yilmaz y Kılıçoğlu, 2013). La cuestión central respecto a la resistencia al cambio consiste en orientar las fuerzas del cambio organizacional que causan la resistencia para poder reducirlas, ya que las razones por las cuales muchas organizaciones fallan en llevar a cabo dichas iniciativas están asociadas con una subestimación de la influencia del cambio sobre los individuos (Kavanagh y Ashkanasy, 2006).

Resulta fundamental, por tanto, tomar conciencia de que la gestión del cambio se basa en el entendimiento del comportamiento humano en las organizaciones toda vez que, como consecuencia de los desafíos que el mismo plantea, las personas pueden reaccionar con emociones como la incertidumbre, frustración, temor y sentirse amenazadas y desorientadas y, en consecuencia, exhibir una actitud defensiva y negativa respecto del cambio (Yilmaz y Kılıçoğlu, 2013). Puede concluirse por tanto que, si los docentes observan que las transformaciones propuestas están en concordancia con sus actitudes y creencias, y son menos amenazantes para ellos, es mucho más probable que no manifiesten resistencia. Por el contrario, mucha de la resistencia actualmente percibida es consecuencia de la falta de alineación de las directivas de cambio con los valores o metas de los docentes (D'Elía, 2019).

El debate actual ya no es si las instituciones de educación superior deben o no cambiar. La pregunta sobresaliente es cómo deben llevarse a cabo los cambios para transformarse y adaptarse a los desafíos actuales (Caruth y Caruth, 2013). Si bien las sugerencias y recomendaciones difieren, todas las propuestas sostienen que se requieren acciones profundas para crear un proceso más funcional de gobernanza que pueda afrontar los cambios del presente y del futuro (Kezar, 2005), aun en un ambiente donde la gestión de cambio es multifacética y compleja, puesto que a los académicos no puede simplemente decirseles lo que tienen que hacer (Grant, 2003) y la persuasión de los profesores en estas condiciones resulta un proceso complejo (Caruth y Caruth, 2013).

A pesar de los pronósticos esperanzadores de los diseñadores de política educativa y de las autoridades, la implementación efectiva continúa siendo inconsistente (Tyack y Cuban, 1995; Payne y Kaba, 2007; Dufour y Marzano, 2011). Campos y Ramírez (2018) sostienen, por su parte, que no logra hoy superarse la dicotomía entre grupos de apoyo y de resistencia originada en la falta de coherencia de las políticas educativas.

La planificación y la programación del proceso resulta fundamental, considerando que la cantidad de tiempo disponible y el entusiasmo por parte de los docentes para llevar a cabo los cambios, impactará en las sensaciones de resistencia (Lane, 2007). Para evitar el descreimiento, los líderes deberán proveer de manera oportuna la información completa respecto a las transformaciones que se intentan realizar. La

calidad de esta información es el factor de mayor efecto en el descreimiento ante el cambio (Caruth y Caruth, 2013) y, tal como señalan Constantinescu y Alexandrache (2014), la aceptación de las reformas o la resistencia a los cambios está fuertemente ligada con el grado de involucramiento docente.

TABLAS DEL ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO: CONCEPTO, FACTORES, ACTITUDES Y ESTRATEGIAS

A continuación, se muestra en la tabla 1 las diversas concepciones del cambio y su resistencia encontradas en la literatura.

Tabla 1. Concepción del cambio y su resistencia según los autores

Concepción del cambio y su resistencia según los autores	
La resistencia al cambio es un comportamiento observable en respuesta al desagrado o desafío que sienten los docentes como consecuencia de la introducción de nuevas ideas, métodos o dispositivos.	Caruth y Caruth, (2013)
La resistencia al cambio es el grado en el que se está sistemáticamente en desacuerdo con cualquier iniciativa que involucre a lo nuevo dentro de la institución.	Caruth y Caruth, (2013)
El cambio es una parte del proceso organizacional y ocurre debido a la convicción de que hay una necesidad de expandir, mejorar y transformar el sistema.	Kezar, (2001)
El cambio mueve a las personas desde lo conocido y confortable a lo desconocido, inusual e incómodo.	Flamholtz y Randle, (2008)
La resistencia al cambio es, en el fondo, la resistencia a la idea de perder algo que es valioso o perder algo conocido para ganar algo desconocido.	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013)
La resistencia al cambio es un mecanismo de adaptación a las condiciones ambientales o para permanecer competitivos.	Kreitner y Kinicki, (2010)
La resistencia al cambio es una oportunidad de aprendizaje, de entender y mejorar el proceso de cambio, de crecimiento y aprendizaje por parte de los gestores responsables de implementar.	Snyder, (2017)

Tabla 2. Principales factores que influyen en la resistencia al cambio según los autores

Principales factores que influyen en la resistencia al cambio	
Sensación de amenaza	Caruth y Caruth, (2013). Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013)
Ansiedad	Yilmaz y G Kılıçoğlu, (2013) Gonsiewski, (2014)
Avance de las TIC	Folkers, (2005) Lane, (2007)
Agotamiento crónico (síndrome de burnout)	Gonsiewski, (2014) Brouwers, Tomic y Boluijt, (2011) Brown, (2012) Bümen, (2010) Evers, Brouwers y Tomic, (2002)
Falta de confianza en el equipo implantador	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013) Caruth y Caruth, (2013)
Conflicto	Per, (2004) Kezar y Eckel, (2002) Al-Ateeqi, (2009)
Cultura institucional	Caruth y Caruth, (2013) Yilmaz y Kılıçoğlu, (2013) Palmer et al. (2009) McBride, (2010)
Incertidumbre	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013) Caruth y Caruth, (2013) Lane, (2007) Palmer et al. (2009) Yilmaz y Kılıçoğlu, (2013)
Incomodidad	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013) Palmer et al. (2009)
Innecesidad del cambio	Graetz, Rimmer, Lawrence y Smith, (2002) Yilmaz y Kılıçoğlu, (2013)
Modo de implantación	Palmer et al. (2009) Flamholtz y Randle, (2008) Yilmaz y Kılıçoğlu (2013) Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013) Caruth y Caruth, (2013)
Percepción de baja autoeficacia	Ashton y Webb, (1986) Caruth y Caruth, (2013)
Temor a una o más de estas pérdidas: de contacto, de control, de creatividad, de habilidades, de independencia de influencia, de satisfacción laboral, de poder, de status, de seguridad.	Snyder, (2017) Yilmaz y Kılıçoğlu, (2013)

Tabla 3. Actitudes en las que se manifiesta la resistencia al cambio según los autores

Actitudes en las que se manifiesta la resistencia al cambio según los autores	
Colocarse a la defensiva	Yılmaz y Kılıçoğlu, (2013)
Mantener el <i>statu quo</i>	Hargreaves, (2005) Snyder, (2017)
Escepticismo generalizado sobre las posibilidades reales de que el cambio se produzca	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013) Hargreaves, (2005) Huberman, (1988)
Asumir una actitud negativa	Yılmaz y Kılıçoğlu, (2013)
Crear o sostener conflicto con los gestores del cambio	Caruth y Caruth, (2013)
Disminuir la colaboración	Clarke, Ellett, Bateman y Rugutt, (1996)
Oposición abierta y explícita a las iniciativas de cambio	Caruth y Caruth, (2013)
Oposición encubierta y/o sabotaje de las iniciativas	Snyder, (2017) Kreitner y Kinicki, (2010)
Resistencia intencionada	Caruth y Caruth, (2013)
Resignación pasiva	Kreitner y Kinicki, (2010)

Tabla 4. Estrategias posibles para la resistencia al cambio según los autores

Estrategias posibles para la resistencia al cambio según los autores	
Afrontar los cambios que resultan de la implementación de TIC.	Kezar, (2005)
Asumir la motivación del docente como responsabilidad de quienes lideran el cambio.	McBride, (2010)
Brindar atención a las preocupaciones de los docentes.	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013)
Capacitar a los docentes para el cambio.	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013)
Comunicar con claridad la inminencia del cambio.	Hartley, (2009)
Considerar en la estrategia de implementación, los factores de resistencia al cambio relacionados con la cultura institucional.	Per, (2004)
Crear en el cuerpo profesoral la conciencia del cambio.	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013)
En el proceso de implantación, no ignorar o dejar sin atención la resistencia al cambio.	McBride, (2010)

Estrategias posibles para la resistencia al cambio según los autores	
Dar apoyo e incentivar la motivación para reducir la sensación de ansiedad y frustración de los docentes ante el cambio.	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013)
	DuFour, DuFour y Eaker, (2008)
	Rayan y Ackerman, (2005)
Desarrollar la confianza mutua.	Beckun, (2010) McGregor, (2002)
Evitar el reducir la estrategia a decirle a los docentes lo que tienen que hacer.	Grant, (2003)
Garantizar las oportunidades de interacción entre los docentes involucrados en el cambio.	Hartley, (2009)
Gestionar como factores claves la educación, la comunicación, la participación involucrante, la facilitación y apoyo, la negociación y el acuerdo, la manipulación y cooptación, y la coerción explícita o implícita.	Kotter y Schlesinger, (1979)
Mantener a los profesores informados.	Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013)
Modelar los comportamientos para poder establecer una estrategia correcta.	DuFour, DuFour y Eaker, (2008)
No descuidar las percepciones psicológicas de las personas respecto del cambio y conducir con eficacia los factores psicológicos del proceso.	Devos, Buelens y Bouckennooghe, (2007) Armenakis y Bedeian, (1999) Martin, Jones y Callan, (2005)
No subestimar la influencia del cambio sobre los individuos.	Kavanagh y Ashkanasy, (2006)
Orientar las fuerzas del cambio organizacional que causan la resistencia para poder reducirlas.	Yılmaz y Kılıçoğlu, (2013)
Planificar y programar cuidadosamente la propuesta de cambio.	Lane, (2007)
Poseer en la estrategia de implementación un líder eficiente cuyos comportamientos se originen a partir de valores morales y creencias que sean congruentes con el cambio propuesto.	Silcox, MacNeill y Cavanagh, (2003)
Proveer de manera oportuna la información completa y de calidad respecto del cambio que se intenta realizar.	Caruth y Caruth, (2013).
Realizar ingentes esfuerzos para crear una sensación de comunidad que involucre a los docentes.	Hartley, (2009) Ibrahim, Al-Kaabi y El-Zaatrani, (2013)

El análisis realizado muestra con claridad que, si bien la resistencia al cambio es un fenómeno multicausal, el grueso de los autores coincide en que la misma está fuertemente relacionada con factores personales (especialmente los temores y la incertidumbre), siendo también factores relevantes los institucionales, la autopercepción de baja autoeficacia y la resistencia a los modos de implantación.

CONCLUSIONES

La resistencia al cambio por parte de los docentes es un problema transversal a culturas y países que continúa irresuelto luego de décadas de investigación. Existe un importante vacío bibliográfico de experiencias reales de éxito, así como de políticas educativas que hayan mostrado resultados sistemáticos al respecto tanto a nivel general como a nivel de resistencia a la incorporación de TIC. Los principales factores de resistencia están relacionados con factores asociados a la personalidad, a la cultura institucional y a la percepción de auto eficacia de los docentes.

El cambio en educación es inevitable, como así también lo es enfrentar procesos de resistencia al mismo. Los cambios institucionales exitosos solo son posibles cuando se ha gestionado correctamente la resistencia al cambio (Caruth y Caruth, 2013). Las autoridades llevan décadas tratando de integrar las TIC al sistema educativo habiendo obtenido a la fecha escasos niveles de éxito (Ryals, 2019) por la dificultad encontrada para lograr una actitud positiva respecto de la brecha digital, la falta de credibilidad docente en las capacitaciones (Molina, Mesa y Fredy, 2018) y la existencia de liderazgos cerrados y verticalistas (D'Elía, 2019).

Sin importar cuán efectivo sea el cambio, los profesores y el resto de los miembros de la comunidad deben estar motivados para innovar. La creación de esa clase de motivación “es responsabilidad de quienes lideran” (McBride, 2010) (p. 6). Para que una organización supere la resistencia al cambio, los involucrados de todos los niveles deben quedar involucrados en el proceso.

REFERENCIAS

- Al-Ateeqi, A. (2009). We have come along way: Redefining education and its global challenges in the United Arab Emirates. *Education without Borders Conference*. Congreso llevado a cabo en Emiratos Árabes Unidos.
- Araya, S. V., y Orellana, R. X. (2018). Representaciones de docentes universitarios respecto de las TIC en la acción práctica: Algunas claves para el diseño de instancias formativas. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 2. doi: 10.21703/rexe.Especial3201845584
- Armenakis, A., y Bedeian, A. (1999). Organizational change: A review of theory and research in the 1990s. *Journal of Management*, 2(3), 293- 315.
- Ashton, P. T., Webb, R. B. (1986). *Making a difference: Teachers' sense of efficacy and student achievement*. Longman.
- Beckum, I. (2010). *A case study of teachers' perceptions of change and change implementation at a rural public*

- school. (Doctoral dissertation), Walden University.
- Boohene, R., y Williams A. A. (2012). Resistance to organizational change: A case study of Oti Yeboah Complex Limited. *International Business and Management*, 4(1), 135-145.
- Boyce, M. E. (2003). Organizational learning is essential to achieving and sustaining change in higher education. *Innovative Higher Education*, 28(2), 119-136.
- Brouwers, A., Tomic, W., y Boluijt, H. (2011). Job demands, job control, social support and self-efficacy beliefs as determinants of burnout among physical education teachers. *Europe's Journal of Psychology*, 7(1), 17-39. doi: 10.5964/ejop.v7i1.103.
- Brown, C. G. (2012). A systematic review of the relationship between self-efficacy and burnout in teachers. *Educational & Child Psychology*, 29, 47-63.
- Bümen, N. T. (2010). Relationship between demographics, self-efficacy, and burnout among teachers. *Demografik Değişkenler, Öğretmenlerin Özyeterlik ve Tükenmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişkiler*, 40, 16-35.
- Campos, C. H., y Ramírez, S. M. (2018). Las TIC en los procesos educativos de un centro público de investigación. *Apertura*, 10(1), 56-70. doi: 10.18381/Ap.v10n1.1160.
- Caruth, G., y Caruth, D. (2013). Understanding resistance to change: a challenge for universities. *Turkish Online Journal of Distance Education*. 14(2), 12-21.
- Clarke, J. S., Ellett, C. D., Bateman, J. M., y Rugutt, J. K. (1996). Faculty receptivity/resistance to change, personal and organizational efficacy, decision deprivation and effectiveness in research I universities. *Proceedings of the Association for the Study of Higher Education Meeting*, 21. Congreso llevado a cabo en Memphis, EEUU.
- Constantinescu & Alexandrache (2014). Resistance to changes in the field of education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 137, 70-73.
- Córica, J. L. (2019). *Estudio de la resistencia docente al cambio y a la incorporación de TIC en Argentina a través de un modelo de ecuaciones estructurales*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Cué, M., Díaz, G., Díaz, A., y Valdéz, M (2008). El artículo de revisión. *Revista Cubana de Salud Pública* 34(4). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So864-34662008000400011
- D'Elia, S. (2019). Everyday enactments of resistance: portraits of secondary public school teachers navigating new professionalism. (Tesis doctoral). Montclair State University.
- Devos, G., Buelens, M., y Bockennooghe, D. (2007). Contribution of content, context, and process to understanding openness to organizational change: Two experimental simulation studies. *The Journal of Social Psychology*, 147(6), 607-629.
- DuFour, R., y Marzano, R. J. (2011). *Leaders of learning: How district, school, and classroom leaders improve student achievement*. Solution Tree Press.
- DuFour, R., DuFour, R., y Eaker, R. (2008). *Revisiting professional learning communities that work: New insights for improving schools*. Solution Tree.
- Evers, W. J. G., Brouwers, A., y Tomic, W. (2002). Burnout and self-efficacy: A study on teachers' beliefs when implementing an innovative educational system in the Netherlands. *British Journal of Educational Psychology*, 72, 227-243.
- Flamholtz, E., y Randle, Y. (2008). *Leading strategic change: Bridging theory and practice*. Cambridge University Press.
- Folkers, D. A. (2005). Competing in the marketplace: Incorporating online education into higher education - An organizational perspective. *Information*

- Resources Management Journal*, 18(1), 61-77.
- Ford, J. D., y Ford, L. W. (2009a). *Four conversations: Daily communication that gets results*. Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- Ford, J. D., y Ford, L. W. (2009b). Resistance to change: A reexamination and extension. *Research in Organizational Change and Development*, 17, 211-239.
- Ford, J. D., y Ford, L. W. (2010). Stop blaming resistance to change and start using it. *Organizational Dynamics*, 39(1), 24-36.
- Gibson, S., y Dembo, M. H. (1984). Teacher efficacy: A construct validation. *Journal of Educational Psychology*, 76, 569-582.
- Girao, G. S. (2015). Utilidad y tipo de revisión de literatura. *Ene*. 9(2) doi: 10.4321/S1988-348X2015000200002
- Gonsiewski, M. (2014). *Resistance to change. Teacher variables that may influence the acceptance*. (Master Thesis). Graduate School Appalachian State University.
- Graetz, F., Rimmer, M., Lawrence, A., y Smith, A. (2002). *Managing organizational change*. John Wiley and Sons Ltd.
- Grant, K. (2003). Making sense of education change at Thistle College: The existence of witchcraft, witches and shamans. *International Journal of Educational Management*, 17(2), 71-83.
- Hargreaves, A. (2005). Educational change takes ages: Life, career, and generational factors in teachers' emotional responses to educational change. *Teaching and Teacher Education*, 21, 967-983.
- Hartley, M. (2009). Leading grassroots change in the academy: Strategic and ideological adaptation in the civic engagement movement. *Journal of Change Management*, 9(3), 323-338.
- Huberman, M. (1988). Teacher careers and school improvement. *Journal of Curriculum Studies*, 20(2), 119-132.
- Ibrahim, A., Al-Kaabi, A., y El-Zaatrari, W. (2013). Teacher resistance to educational change in the United Arab Emirates. *International Journal of Research Studies in Education*, 2(3), 25-36.
- Kavanagh, M. H., y Ashkanasy, N. M. (2006). The impact of leadership and change management strategy on organizational culture and individual acceptance of change during a merger. *British Journal of Management*, 17, 81-103.
- Keenan, K. M., y Marchel, M. A. (2007). Navigating change in higher education: The partnership experience of department faculty with an organization development consultant. *Organization Development Journal*, 25(1), 56-69.
- Kezar, A. (2001). Understanding and facilitating organizational change: Recent research and conceptualizations. *ASHE-ERIC Higher Education Report*, 28(4), 1-10.
- Kezar, A., y Eckel, P. (2002). The effect of institutional culture on change strategies in higher education. *The Journal of Higher Education*, 73(4), 435-460.
- Kezar, A. (2005). Consequences of radical change in governance: A grounded theory approach. *Journal of Higher Education*, 76(6), 634-668.
- Kotter, J., y Schlesinger, L. (1979). Choosing strategies for change. *Harvard Business Review*, 57, 106-114.
- Kreitner, R., y Kinicki, A. (2010). *Organizational behavior* (9a. edition). McGraw-Hill Irwin.
- Lane, I. F. (2007). Change in higher education: Understanding and responding to individual and organizational resistance. *Journal of Veterinary Medical Education*, 34(2), 85-92.
- Martin, A. J., Jones, E. S., y Callan, V. J. (2005). The role of psychological climate in facilitating employee adjustment during organizational change. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 14(3), 263-89.
- McBride, K. (2010). Leadership in higher education: Handling faculty resistance to

- technology through strategic planning. *Academic Leadership*, 8(4), 41.
- McGregor, J. (2002). Flexible scheduling: How does a principal facilitate implementation? *School Libraries Worldwide*, 8(1), 71-84.
- Merino-Trujillo, A. (2011). Como escribir documentos científicos (Parte 3). Artículo de revisión. *Salud en Tabasco*, 17(1-2), 36-40. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=487/48721182006>
- Molina, P. L., Mesa, J., y Fredy, Y. (2018). Las TIC en Escuelas Rurales: realidades y proyección para la Integración. *Praxis & Saber*, 9(21), 75-98. doi: 10.19053/22160159.v9.n21.2018.8924.
- Padilla, P. S. (2018). Usos y actitudes de los formadores de docentes ante las TIC. Entre lo recomendable y la realidad de las aulas. *Apertura*, 10(1), 132-148. doi: 688/68855405009.
- Palmer, I., Dunford, R., y Akin, G. (2009). *Managing organizational change: A multiple perspectives approach*. McGraw-Hill Education.
- Payne, C. M., y Kaba, M. (2007). So much reform, so little change: Building-level obstacles to urban school reform. *Social Policy*, 37(3/4), 30-37.
- Per, D. (2004). *School development: Theories and strategies*. Continuum International USA Publishing Group.
- Rayan, S., y Ackerman, D. (2005). Using pressure and support to create a qualified workforce. *Education Policy Analysis Archives*, 13(23), 1-19.
- Reilley, W. (1989). Understanding that resistance to change is inevitable. *Managing change in higher education*, 5, 53-66.
- Ryals, K. N. (2019). Teacher resistance and change: a mixed method case study examination of faculty perceptions of professional learning communities in supporting teacher change and student achievement in a well-resourced, high achieving secondary school. (Tesis doctoral). Widener University, Partial Fulfillment.
- Silcox, S., MacNeill, N., y Cavanagh, R. (2003). *Principal leadership and school renewal*. Paper presented at the 2003 Annual Conference for the Australian Association for Research in Education. Auckland. Recuperado de <http://aare.edu.au/o3pap/silo3419.pdf>
- Snyder, R. (2017). Resistance to Change among Veteran Teachers: Providing Voice for More Effective Engagement. *International Journal of Educational Leadership Preparation*, 12(1), 1-14.
- Tyack, D., y Cuban, L. (1995). *Tinkering toward utopia: A century of public school reform*. Harvard University Press.
- Yılmaz, D., y Kılıçoğlu, G. (2013). Resistance to change and ways of reducing resistance in educational organizations. *European Journal of Research on Education*. 1(1), 14-21.

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DEL AUTOR

José Luis Córica. Doctor Internacional en Educación de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Magister en Enseñanza y Aprendizajes Abiertos y a Distancia, Licenciado en Análisis de Sistemas, Licenciado en Comunicación Corporativa y Licenciado en Gestión de Empresas. Director de la Fundación Latinoamericana para la Educación a Distancia. Sus temas de interés son educación y tecnologías, innovación tecnológica institucional y analítica educativa.
E-mail: jlcorica@hotmail.com, jlcorica@flead.org

Dirección:
Fundación Latinoamericana
para la Educación a Distancia
Coronel Olascoaga 2053 Oficina 1 (5500)
Mendoza, Argentina

Fecha de recepción del artículo: 27/01/2020

Fecha de aceptación del artículo: 08/02/2020

Fecha de aprobación para maquetación: 15/04/2020

Violencia a través de las TIC: comportamientos diferenciados por género

(Violence through ICT: behaviors differentiated by
gender)

José Domínguez Alonso
Universidade de Vigo(España)
Iago Portela Pino
Universidad Isabel I (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.25916>

Cómo referenciar este artículo:

Domínguez Alonso, J., y Portela Pino, I. (2020).Violencia a través de las TIC: comportamientos diferenciados por género. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), pp. 273-286. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.25916>

Resumen

El impacto que tienen los estereotipos de género en la violencia a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es una frecuente preocupación en el marco escolar, familiar e individual. El objetivo de este estudio fue conocer la influencia del género en la violencia a través de las TIC, e identificar qué variables socio-escolares están asociadas. Se ha llevado a cabo una investigación cuantitativa de tipo descriptivo-inferencial-correlacional, con una muestra de 1.495 individuos de edades entre los 10 y 17 años ($M = 12.69$; $DT = 1.92$). Se utilizó un cuestionario *ad hoc* (datos socio-escolares) y la escala de violencia escolar (CUVE-R) propuesta por Álvarez-García, Núñez, Rodríguez, Álvarez y Dobarro (2011). Los datos arrojan un nivel bajo-medio de violencia TIC, con mayor prevalencia en ambos géneros del envío de mensajes de ofensa, insulto o amenaza. No obstante, el género femenino lo hace a través de Internet (Tuenti, Facebook, etc.) y el masculino utilizando el móvil. Asimismo, se presentan diferencias estadísticamente significativas en el género cuando se graba o hace fotos con el móvil para hacer burlas entre compañeros o al profesorado, con mayor incidencia por parte del género masculino. También se presentan diferencias en género según la edad. La violencia TIC se estanca a partir de los 13 años en el género femenino, mientras en el masculino sigue en ligero incremento. En conclusión, el género es una variable a tener muy presente en los programas preventivos o de intervención enfocados a minimizar esta problemática.

Palabras clave: violencia; tecnologías de la información y comunicación; género; infancia; adolescencia.

Abstract

The impact that gender stereotypes have on violence through information and communication technologies (ICT) is a frequent concern in the school, family and individual framework. The objective of the study was to know the influence of gender on violence through ICT, and identify which socio-school variables are associated. Quantitative research of descriptive-inferential-correlational type, with a sample of 1.495 individuals between the ages of 10 and 17 ($M = 12.69$; $DT = 1.92$). An ad hoc questionnaire (socio-school data) and the scale of school violence (CUVE-R) by Álvarez-García, Núñez, Rodríguez, Álvarez and Dobarro (2011) have been used. The data show a low-medium level of ICT violence, with a higher prevalence in both genders of sending messages of offense, insult or threat. However, the female gender does it through the Internet (Tuenti, Facebook, etc.) and the male using the mobile. Likewise, there are statistically significant differences in gender when recording or taking photos with the mobile phone to make fun of peers or teachers, with a greater incidence by the male gender. There are also differences in gender according to age. ICT violence stagnates from the age of 13 on the female gender, while the male continues to increase slightly. In conclusion, gender is a variable to keep in mind in preventive or intervention programs focused on minimizing this problem.

Keywords: violence; information and communication technologies; gender; childhood; adolescence.

La violencia a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se está generalizando entre la población más joven, con un mayor impacto en el género femenino. En efecto, dicha violencia se ha instaurado sobre todo en el periodo adolescente de manera rápida y masiva (Kowalski, Giumetti, Schroeder y Lattanner, 2014; Garaigordobil y Martínez-Valderrey, 2016), apuntando a nuevas formas de relación social entre los individuos, sobre todo, debido a un aumento en el tiempo de uso de estos dispositivos digitales (Casas, Del Rey y Ortega-Ruiz, 2013). De hecho, ningún estudio duda del uso de las redes sociales desde edades muy tempranas a través del teléfono móvil o Internet, constatando deficiencias en su uso seguro y un notable potencial de incremento en las conductas de riesgo (Garaigordobil y Aliri, 2013; Durán y Martínez, 2015; Castillejos, Torres y Lagunes, 2016; Tejada, Castaño y Romero, 2019).

Así pues, la violencia a través de las TIC engloba acciones de dominación, discriminación o abuso de posición de poder que pueden ser ejercidas por ambos géneros y acarrear riesgos a nivel psicológico, físico y social del individuo (Ortega-Barón, Buelga y Cava, 2016). Por esta razón, se encuentran investigaciones que no alcanzan diferencias de género en la violencia a través de las TIC (Hensler-McGinnis, 2008; Wall, 2008), y estudios que sostienen que el género femenino sufre más este tipo de violencia que el masculino (Reyns, 2010; Taylor, Fritsch, Liederbach y Holt, 2010). De modo paralelo, hay estudios que defienden la presencia de los hombres en conductas con mayor riesgo de ciberagresión (Li, 2006), mientras las mujeres

lo hacen como cibervíctimas (Schneider, O'Donnell, Stueve y Coulter, 2012). No obstante, Muñiz, Cuesta, Monreal y Povedano (2015) indican que se debería tener presente los medios por los cuales se produce esta violencia mediante las TIC, para poder establecer una mayor o menor afectación en el género. También es destacable la percepción de su utilidad, mientras las chicas perciben las TIC desde una perspectiva práctica y utilitaria, los chicos las asocian a aspectos más lúdicos y de ocio (Instituto de la Mujer, 2008).

Las principales características de la violencia a través de las TIC, a saber, facilidad del anonimato del agresor, maltrato continuo en cualquier lugar, no ver las consecuencias de la conducta en la víctima por parte del agresor, pueden afectar tanto al género femenino como masculino (Serrano-Barquín y Ruiz, 2013). Sin embargo, aunque la Ley Orgánica 3/2007 de la igualdad efectiva de mujeres y hombres sustente la igualdad de oportunidades para ambos géneros en todos los ámbitos de la vida incluido el tecnológico, la brecha social en el campo de las redes sociales continúa existiendo; siendo desfavorable a las mujeres, sobre todo, en el manejo, uso y creación de contenidos (Navarro, 2009; Barragán y Ruiz, 2013).

La bibliografía actual señala una amplia variedad de factores que configuran la violencia a través de las TIC, que abarcan desde el grupo de referencia del alumnado hasta la importancia del entorno social, pasando por estudios enfocados a desarrollar competencias emocionales para la resolución de conflictos interpersonales (De la Fuente, Peralta y Sánchez, 2009; Castro-Bermúdez, 2014) o a evaluar el clima de convivencia escolar (Garretón, 2013; López de Mesa, Carvajal, Soto y Urrea, 2013; Arcila, 2014; Bengoa, 2015). No obstante, los trabajos sobre la violencia a través de las TIC suelen ignorar los aspectos de género que llevan inmersos (Tajahuerce, Franco y Juárez, 2018), siendo éste un factor relevante en sus relaciones, amistades y conflictos en la edad adolescente (Ging y O'Higgins, 2016). Algunos estudios (Slonje y Smith, 2008; Sourander, Brunstein-Klomek, Ikonen, Lindroos, Luntamo y Koskelainen, 2010; Del Río, Sábada y Bringué, 2010) sostienen que el género femenino sufre mayor acoso digital, mientras el masculino manifiesta en mayor medida hacer uso del mismo. Asimismo, Fascendini y Fialová (2011) indican que las formas de violencia relacionadas con las TIC que afectan al género femenino se centran en el hostigamiento en línea y ciberacoso, violencia por la pareja íntima, agresión sexual y violación, grabación y distribución de imágenes sexuales, avisos o mensajes falsos en internet, violencia dirigida a grupos o comunidades por identidad sexual, y casos de suicidio de mujeres jóvenes.

Al margen del debate sobre la frecuencia y gravedad de la violencia a través de las TIC, estos comportamientos violentos están presentes en todas las instituciones educativas (Landazábal y Ramírez, 2015). Cabe destacar también que los cursos de primero y segundo de educación secundaria obligatoria son los de mayor concentración de agresiones a través de las tecnologías de la información y comunicación (Calvete, Orue, Estévez, Villardón y Padilla, 2010).

Así pues, aunque son muchas las manifestaciones de violencia que pueden surgir en contextos socio-escolares, las últimas investigaciones en este campo son unánimes al indicar una emergente violencia llevada a cabo a través de las TIC (Buelga, Cava y Musitu, 2010; Garaigordobil, Martínez-Valderrey y Machimbarrena, 2017). Esta es la principal razón por la cual, aunque en este trabajo se ha evaluado otro tipo de violencia (ejercida por el profesorado, violencia física directa o indirecta, exclusión social o disrupción), solamente se ha tenido en consideración la ejercida por el alumnado a través de las TIC.

En consecuencia, la finalidad de este estudio es evaluar el efecto del género en la violencia a través de las TIC de la población más joven. Así, el principal objetivo es descubrir y constatar, mediante la opinión del alumnado de Educación Primaria y Secundaria, la incidencia de la violencia a través de las TIC según el género e identificar qué variables socio-escolares están asociadas. De aquí surgen estas hipótesis de investigación: H_1 . *Se espera obtener datos que confirmen una mayor presencia de violencia a través de las TIC en el género masculino.* H_2 . *Se pronostica que las diferentes conductas violentas a través de las TIC varían en función del género.* Para ello, se llevó a cabo una investigación empírica, descriptiva, inferencial y comparativa (Ato, López y Benavente, 2013).

MÉTODOS

Participantes

Se ha trabajado con una muestra no probabilística e intencional, compuesta por 1.495 individuos de centros públicos (78%) y concertados (22%), ubicados en zonas rurales (44%) y urbanas (56%). Un 49.9% de los individuos encuestados son mujeres y un 50.1% hombres. Sus edades oscilaron entre 10 y 17 años de edad ($M = 12.69$; $DT = 1.92$).

Instrumentos

Para la realización de este estudio se utilizó el cuestionario CUVE-R (Álvarez-García et al., 2011), que permite analizar la frecuencia de aparición de diferentes tipos de violencia escolar, protagonizado por el alumnado o el profesorado en clases. Aunque es un cuestionario enfocado al alumnado de educación secundaria, se envió también al alumnado de los dos últimos cursos de primaria (previa consulta con los autores del mismo). No obstante, solamente se han tenido en cuenta aquellos enunciados que se refieren a comportamientos violentos a través de medios electrónicos, principalmente el teléfono móvil e Internet. En concreto, se analizaron los ítems: CUVE₆ (Algunos estudiantes graban o hacen fotos a compañeros o compañeras con el móvil para burlarse), CUVE₁₃ (Ciertos estudiantes envían a

compañeros mensajes con el móvil de ofensa, insulto o amenaza), CUVE₂₀ (Hay estudiantes que graban o hacen fotos a profesores con móvil para burlarse de ellos), CUVE₂₄ (Algunos estudiantes envían mensajes a compañeros a través de las redes sociales), CUVE₂₈ (Los estudiantes publican en Internet fotos o videos ofensivos de compañeros) y CUVE₃₁ (Los estudiantes publican en Internet fotos o vídeos ofensivos de profesores o profesoras). Dichos ítems están redactados en forma de afirmaciones que se valoran con una escala de tipo Likert (1 = Nunca; 2 = Pocas veces; 3 = Algunas veces; 4 = Muchas veces; 5 = Siempre). La fiabilidad del cuestionario CUVE-R (factor VTIC) en este estudio es buena (Alfa de Cronbach = .857).

Procedimiento

El cuestionario se administró de manera colectiva en estudiantes de educación primaria y secundaria obligatoria de la Comunidad Autónoma de Galicia, en horario regular de clases. Después de comunicar las instrucciones oportunas y previo consentimiento informado (centro y familias), todo el alumnado cumplimentó de forma voluntaria la información solicitada. Las instrucciones explicativas fueron las mismas en todas las aulas y por el mismo encuestador, con el objetivo de evitar un factor de sesgo. Todo ello bajo las normas éticas de la Declaración de Helsinki, 1961, (revisada en Tokio en 1989 y Edimburgo en 2000), y aprobada por la Comisión de Ética de la Universidad de Vigo (España).

Análisis de datos

Todos los datos se filtraron, depuraron y fueron analizados en el paquete estadístico de SPSS v. 23.0 para Windows. En primer lugar, se evaluó la confiabilidad del cuestionario utilizado a través del análisis de su consistencia interna por medio del cálculo del coeficiente del Alpha de Cronbach (un Alpha igual o mayor a 0.70 es considerado como aceptable -George y Mallery, 2003-). En segundo lugar, se calcularon porcentajes, puntuaciones medias y desviaciones típicas de los ítems. En tercer lugar, las pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) indicaron distribuciones normales por lo cual se utilizaron las pruebas paramétricas (t-independiente). También se calculó el tamaño del efecto (d de Cohen): valores entre .2 y .3 indican un efecto pequeño, alrededor de .5 un efecto mediano y mayores que .8 un efecto alto. Finalmente, para comprobar el grado de variación conjunta existente entre dos o más ítems, se llevó a cabo la correlación de Pearson. Para todos los análisis se considera que una relación es estadísticamente significativa cuando $p \leq .05$.

RESULTADOS

A nivel general (tabla 1), la violencia ejercida a través de las tecnologías de la información y la comunicación se sitúa en unos patrones caracterizados por un nivel medio-bajo ($M = 1.44$; mínimo 1, máximo 4). De manera más específica, los individuos realizan en mayor medida el envío de mensajes de ofensa, insulto o amenaza a sus compañeros con el móvil ($M = 1.60$) o a través de redes sociales ($M = 1.52$). En un nivel medio se sitúan acciones como grabar o hacer fotos a compañeros con el móvil para burlarse ($M = 1.44$) y publicar en Internet fotos o videos ofensivos de compañeros ($M = 1.39$). En menor medida se sitúan los actos hacia el profesorado como grabar o hacer fotos con el móvil para burlarse ($M = 1.38$) y publicar en Internet fotos o videos ofensivos ($M = 1.28$). Con respecto al género, las chicas presentan mayores medias en el envío de mensajes a compañeros a través de redes sociales de ofensa, insulto o amenaza ($M = 1.54$), mientras los chicos lo hacen en grabar o hacer fotos a compañeros con el móvil para burlarse ($M = 1.48$), enviar mensajes de ofensa, insulto o amenaza a compañeros ($M = 1.61$), publicar fotos o vídeos en Internet ofensivos de compañeros ($M = 1.42$), grabar o hacer fotos al profesorado con el móvil para burlarse de ellos ($M = 1.39$), y publicar en Internet fotos o vídeos ofensivos del profesorado ($M = 1.31$).

Seguidamente, tras el test de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) se realizó la comparación entre las medias por la prueba t de Student. En el caso de los ítems grabar o hacer fotos con el móvil entre compañeros para burlarse de ellos ($t = -2.83$, $gl=1493$, $p<.05$) y grabar o hacer fotos al profesorado con el móvil con ánimo de burla ($t = -2.31$, $gl=1493$, $p<.05$), se obtuvo diferencia significativa en el género. Así pues, el género masculino mostró una mayor presencia en el uso del móvil para grabar o hacer fotos a compañeros o profesorado que el femenino. El tamaño del efecto de la diferencia fue considerado muy bajo en grabar y hacer fotos para burlarse entre compañeros ($d = .092$) y del profesorado ($d = .024$). Finalmente, no se produjeron diferencias significativas en los ítems: enviar mensajes de ofensa o insulto con el móvil entre compañeros ($t = -.16$, $gl=1493$, $p>.05$), enviar mensajes a compañeros a través de redes sociales de ofensa o amenaza ($t = -.55$, $gl=1493$, $p>.05$), publicar en Internet fotos o vídeos ofensivos de compañeros ($t = .51$, $gl=1493$, $p>.05$) y publicar en Internet fotos o vídeos ofensivos del profesorado ($t = -.88$, $gl=1493$, $p>.05$).

Tabla 1. Análisis descriptivos y diferencias entre género masculino y femenino sobre la opinión en la violencia ejercida a través de las tecnologías de la información y comunicación

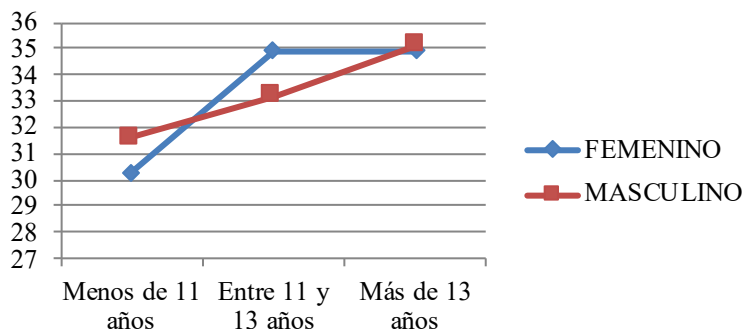
VIOLENCIA A TRAVÉS DE LAS TIC	Total (N = 1495)		Femenino (N = 746)		Masculino (N = 749)		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	M	DT	M	DT	M	DT			
Algunos estudiantes graban o hacen fotos a compañeros o compañeras con el móvil para burlarse (GMC)	1.44	.86	1.40	.81	1.48	.91	-2.83	.046	.092
Ciertos estudiantes envían a compañeros o compañeras mensajes con el móvil de ofensa, insulto o amenaza (EMOI)	1.60	.99	1.59	.97	1.61	.98	-.16	.873	-
Algunos estudiantes envían mensajes a compañeros o compañeras a través de las redes sociales (Tuenti, Facebook, etc.) de ofensa, insulto o amenaza (EMRS)	1.52	.93	1.54	.92	1.51	.94	-.55	.577	-
Los estudiantes publican en Internet fotos o vídeos ofensivos de compañeros o compañeras (PIFV)	1.39	.86	1.36	.81	1.42	.90	.51	.606	-
Hay estudiantes que graban o hacen fotos a profesores con el móvil para burlarse de ellos (GFP)	1.38	.82	1.37	.80	1.39	.85	-2.31	.048	.024
Los estudiantes publican en Internet fotos o vídeos ofensivos de profesores o profesoras (PIFVP)	1.28	.76	1.29	.75	1.31	.78	-.88	.378	-

Nota. M: media, DT: Desviación Típica, N: número de individuos, *t*: prueba t-independiente, *p*: probabilidad, *d*: tamaño de efecto.

A continuación, teniendo en cuenta la violencia a través de las TIC, el género y la edad de los individuos, se observa una mayor violencia mediante las TIC a medida que se incrementa la edad tanto para el género femenino como masculino (figura 1). No obstante, en el género femenino se mantiene el porcentaje a partir de los 11-13

años, mientras en el masculino continúa en ligero ascenso (incremento de un 1.9%). También se aprecia una mayor violencia TIC en los hombres menores de 11 años y mayores de 13 años. Sin embargo, entre 11 y 13 años se presenta una mayor violencia TIC en las mujeres (ligero incremento de un 1.7%).

Figura 1. Distribución de la VTIC según el género y la edad



Finalmente, el estudio de correlación entre las puntuaciones de los ítems, que conforman la violencia llevada a cabo a través de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (tabla 2), fueron positivas, medio-altas (r entre .320 y .730), y estadísticamente significativas a nivel de .001. No obstante, se muestra una mejor correlación de los ítems en el género femenino (r entre .413 y .730) que en el masculino (r entre .320 y .665).

Tabla 2. Correlaciones separadas para el género femenino y masculino en la violencia a través de las TIC

<i>VIOLENCIA TIC</i>	GFM	EMOI	EMRS	PIFV	GFP	PIFVP
GFM	-	.465**	.490**	.468**	.464**	.413**
EMOI	.502**	-	.425**	.730**	.514**	.416**
EMRS	.482**	.400**	-	.454**	.502**	.623**
PIFV	.512**	.665**	.493**	-	.590**	.458**
GFP	.543**	.536**	.503**	.608**	-	.580**
PIFVP	.320**	.374**	.502**	.463**	.537**	-

Nota. Las correlaciones por encima de la diagonal pertenecen a la muestra de mujeres ($N = 746$), aquellas por debajo de la diagonal pertenecen a la muestra de hombres ($N = 749$). GFM: Grabar o hacer fotos con el móvil para burlarse; EMOI: Enviar mensajes de ofensa o insulto con el móvil; EMRS: Enviar mensajes de ofensa o insulto a través de las redes sociales; PIFV: Publicar en internet fotos o videos ofensivos; GFP: Grabar o hacer fotos al profesorado para burlarse; PIFVP: Publicar en Internet fotos o videos ofensivos del profesorado. Correlación significativa a los niveles ** $p < .01$

DISCUSIÓN

El propósito del estudio fue descubrir y constatar, mediante la opinión del alumnado de Educación Primaria y Secundaria, la incidencia del género en la violencia a través de las TIC e identificar qué variables socio-escolares están asociadas. Los objetivos de la investigación fueron cubiertos en su totalidad, aun cuando la segunda hipótesis de investigación se cumplió parcialmente, puesto que, en la violencia ejercida mediante las TIC, el género presentó asociación con algunas de las variables evaluadas, pero no con todas.

En primer lugar, como paso previo al análisis de datos, se comprueba que el instrumento de medida utilizado es fiable. Así, en este estudio el cuestionario de violencia escolar CUVE-R presenta un buen coeficiente de fiabilidad (Alfa de Cronbach = .886) para este factor (violencia a través de las TIC). Estos valores están en la línea del trabajo realizado por Álvarez-García et al. (2011). Asimismo, resulta interesante indicar que el alumnado participante en esta investigación muestra un nivel de violencia a través de las TIC medio-bajo, con una mayor presencia de mensajes de ofensa, insulto o amenaza con el móvil o en redes sociales a compañeros.

A continuación, cabe indicar que los resultados obtenidos evidencian que se confirma la primera hipótesis de partida (H_1 : *Se espera obtener datos que confirmen una mayor presencia de violencia a través de las TIC en el género masculino*). Aunque, ligeramente, el género masculino evidencia una mayor presencia en la violencia mediante las TIC (diferencia de medias = + .03). También difieren en la acción de violencia a través de las TIC de mayor recurrencia. El género femenino se inclina por los mensajes de ofensa, insulto o amenaza a través de las redes sociales a compañeros, mientras el género masculino prefiere grabar, hacer fotos, o enviar mensajes a compañeros con el móvil para burlarse, insultar o amenazar. Aunque no establecen diferencias según el género, estos resultados están en la línea de algunos autores relevantes (Álvarez-García, Núñez, Álvarez, Dobarro, Rodríguez y González-Castro, 2011; Varela, 2012; o Álvarez-Idarriaga, 2015) que señalan como principales acciones en la violencia TIC los insultos, amenazas, burlas, suplantación de identidad o difusión de imágenes y mensajes.

Sin embargo, cabe señalar que la segunda hipótesis (H_2 : *Se pronostica que las diferentes conductas violentas a través de las TIC varían en función del género*) se cumple de forma parcial, ya que las diferencias solamente resultaron significativas cuando la violencia se llevaba a cabo grabando o haciendo fotos a compañeros o al profesorado para burlarse con predominio del género masculino sobre el femenino. Dichos resultados sustentan investigaciones como la realizada por Baldry, Farrington y Sorrentino (2016) que indican una prevalencia similar de cibervictimización en chicos y en chicas, pero también están en la línea de algunas investigaciones (Calvete et al., 2010; Félix, Soriano, Godoy y Sancho, 2010; Álvarez-García et al., 2011) que sostienen diferencias en la violencia TIC en relación al género. Sin embargo, contradice investigaciones que señalan una mayor cibervictimización en las mujeres

que en los hombres (Kowalsdi et al., 2014; Palermiti, Servidio, Bartolo y Costabile, 2017; Rey, Quintana-Orts, Mérida-López y Extremera, 2019).

Del mismo modo, a medida que se incrementa la edad del individuo, se eleva la presencia de violencia TIC en ambos géneros. No obstante, se mantiene estable en el género femenino a partir del tramo de edad que oscila entre los 10 y 13 años. Asimismo, se aprecia una menor incidencia de la violencia TIC en el género femenino en los individuos menores de 11 años. Algunos estudios (Garmendia, Jiménez y Mascheroni, 2017; Ramos-Soler, López-Sánchez y Torrecillas-Lacave, 2018) incorporan un nuevo perfil de usuario de las TIC forjado desde la infancia y consolidado a partir de los 10 años, que se intensifica en el periodo adolescente con mayor uso por parte del género masculino en la utilización de Internet para jugar con videoconsolas o descargar películas. Igualmente, Rodríguez-Gómez, Castro y Meneses (2018) indican que los chicos de mayor edad tienen más probabilidad de incurrir en el uso problemático en el ámbito personal y escolar de las TIC.

Finalmente, la asociación entre las acciones, que conforman la violencia a través de las TIC desde el punto de vista del alumnado, fueron positivas, oscilando de moderadas a altas, con mayores valores en el género femenino. En conclusión, los datos ponen de manifiesto la necesidad de no obviar la perspectiva de género en la violencia TIC, con la única pretensión de garantizar el derecho de las mujeres al control de las tecnologías para su libertad de movimiento y comunicación. La desigualdad en el acceso a las TIC modifica el desarrollo individual y social del individuo que afecta a su proceso de enseñanza-aprendizaje. Así pues, parece evidente que los desajustes en el acceso y utilización de las TIC hacen considerar imprescindible la incorporación de nuevas estrategias que ayuden a una mejor integración de las TIC en los jóvenes (Fisher, Boland y Lyytinen, 2016), haciendo especial hincapié en el género femenino.

REFERENCIAS

- Álvarez-García, D., Núñez, J., Rodríguez, C., Álvarez, L., y Dobarro, A. (2011). Propiedades psicométricas del Cuestionario de Violencia Escolar-Revisado (CUVE-R). *Revista de Psicodidáctica*, 16(1), 59-83.
- Álvarez-Idarriaga, G. (2015). Intervención con adolescentes víctimas de ciberbullying: un abordaje desde el Trabajo Social. *Revista Trabajo Social Hoy*, 74, 75-91. <https://doi.org/10.12960/TSH.2015.0005>
- Arcila, L. (2014). *Construcción de la democracia escolar y social desde los procesos de convivencia en las aulas*. Tesis de maestría. Universidad de Manizales. Manizales.
- Ato, M., López, J. J., y Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Baldry, A. C., Farrington, D. P., y Sorrentino, A. (2016). Cyberbullying in youth. A pattern of disruptive behaviour. *Psicología Educativa*, 22, 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2016.02.001>
- Barragán, R., y Ruiz, E. (2013). Brecha de género e inclusión digital. El potencial de las redes sociales en Educación. *Revista*

- Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 17(1), 309-323.
- Bengoa, J. (2015). Mejora de la convivencia escolar. La realidad nacional e internacional en los inicios del siglo XXI. *Revista Mexicana de Orientación Educativa*, 12(28), 14-20.
- Buelga, S., Cava, M. J., y Musitu, G. (2010). Cyberbullying: victimización entre adolescentes a través del teléfono móvil y de Internet. *Psicothema*, 22(4), 784-789.
- Calvete, E., Orue, I., Estévez, A., Villardón, L., y Padilla, P. (2010). Cyberbullying in adolescents: Modalities and aggressors' profile. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 1128-1135. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.017>
- Casas, J.A., Del Rey, R., y Ortega-Ruiz, R. (2013). Bullying and cyberbullying: Convergent and divergent predictor variables. *Computers in Human Behavior*, 29, 580-587. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.11.015>
- Castillejos, B., Torres, C. A., y Lagunes, A. (2016). La seguridad en las competencias digitales de los millennials. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 8(2), 54-69.
- Castro-Bermúdez, C. (2014). *Inteligencia emocional y violencia escolar*. Tesis de maestría. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
- De la Fuente, J., Peralta, F., y Sánchez, M. (2009). Autorregulación personal y percepción de los comportamientos escolares desadaptativos. *Psicothema*, 21(4), 548-554.
- Del Río, J., Sádaba, C., y Bringué, X. (2010). Menores y redes ¿sociales?: de la amistad al cyberbullying. *Revista de Estudios de Juventud*, 88, 115-129.
- Durán, M., y Martínez, R. (2015). Ciberacoso mediante teléfono móvil e Internet en las relaciones de noviazgo entre jóvenes. *Revista Comunicar*, 22(44), 159-167.
- Fascendini, F., y Fialová, K. (2011). *Voces desde espacios digitales: violencia contra las mujeres relacionada con la tecnología*. Informe de síntesis en castellano sobre la investigación. Asociación para el progreso de las comunicaciones (APC).
- Félix, V., Soriano, M., Godoy, C., y Sancho, S. (2010). El ciberacoso en la enseñanza secundaria. *Aula Abierta*, 38(1), 47-58.
- Fisher, M., Boland, R., y Lyytinen, K. (2016). Social networking as the production and consumption of a self. *Information and Organization*, 26(4), 131-145. <https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2016.11.001>
- Garaigordobil, M., y Aliri, J. (2013). Ciberacoso «Ciberbullying» en el País Vasco: diferencias de sexo y en víctimas, agresores y observadores. *Behavioral Psychology / Psicología Conductual*, 21(3), 461-474.
- Garaigordobil, M., y Martínez-Valderrey, V. (2016). Impacto del ciberprograma 2.0 en diferentes tipos de violencia escolar y agresividad. *Fronteras en Psicología*, 7, 428. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00428>
- Garaigordobil, M., Martínez-Valderrey, V., y Machimbarrena, J. M. (2017). Intervención en el bullying y cyberbullying: Evaluación del caso Martín. *Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes*, 4(1), 25-32.
- Garmendia, M., Jiménez, E., y Mascheroni, G. (2017). *Riesgos y oportunidades en Internet y uso de dispositivos móviles entre menores españoles (2010-2015)*. Madrid: Red.es / Universidad del País Vasco.
- Garretón, P. (2013). *Estado de la convivencia escolar, conflictividad y su forma de abordarla en establecimientos educacionales de alta vulnerabilidad social de la provincia de Concepción de Chile*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Córdoba, España.
- George, D., y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

- Ging, D., y O'Higgins, J. (2016). Cyberbullying, conflict management or just messing? Teenage girl's understandings and experiences of gender, friendship, and conflict on Facebook in an Irish second-level school. *Feminist Media Studies*, 16(5), 805-821. <http://dx.doi.org/10.1080/14680777.2015.1137959>
- Hensler-McGinnis, N. F. (2008). *Cyberstalking victimization: Impact and coping responses in a national university sample*. [Tesis doctoral], Facultad de Educación, Universidad de Maryland, Estados Unidos. <https://doi.org/10.1037/e611792009-001>
- Kowalski, R. M., Giumetti, G. W., Schroeder, A. N., y Lattanner, M. R. (2014). Bullying in the digital age: A critical review and meta-analysis of cyberbullying research among youth. *Psychological Bulletin*, 140, 1073-1137. <https://doi.org/10.1037/a0035618>
- Instituto de la Mujer (2008). Mujeres y nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Madrid: Ministerio de la Igualdad. Gobierno de España.
- Landazábal, M. G., y Ramírez, J. A. O. (2015). Estudios epidemiológicos sobre la incidencia del acoso escolar e implicaciones educativas. *Informació Psicològica*, 94, 14-35.
- Li, Q. (2006). Cyberbullying in Schools: A research of gender differences. *School Psychology International*, 21(2), 157-170.
- López de Mesa, C., Carvajal, C., Soto, M., y Urrea, P. (2013). Factores asociados a la convivencia escolar en adolescentes. *Educación y Educadores*, 16(3), 383-410. <https://doi.org/10.5294/edu.2013.16.3.1>
- Muñiz, M., Cuesta, P., Monreal, M., y Povedano, A. (2015). Online teen dating violence, family and school climate from a gender perspective. *Revista sobre la Infancia y la Adolescencia*, 9, 85-97. <http://dx.doi.org/10.4995/reinad.2015.3898>
- Navarro, M. (2009). La brecha digital de género en España: cambios y persistencias. *Revista Feminismo/s*, 14. Centro de estudios sobre la Mujer de la Universidad de Alicante.
- Ortega-Barón, J., Buelga, S., y Cava, M. J. (2016). The influence of school climate and family climate among adolescents victims of cyberbullying. *Comunicar*, 24(46), 57-65. <https://doi.org/10.3916/C46-2016-06>
- Palermi, A. L., Servidio, R., Bartolo, M. G., y Costabile, A. (2017). Cyberbullying and self-esteem: An Italian study. *Computers in Human Behavior*, 69, 136-141. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.026>
- Ramos-Soler, I., López-Sánchez, C., y Torrecillas-Lacave, T. (2018). Percepción de riesgo online en jóvenes y su efecto en el comportamiento digital. *Comunicar*, 56(XXVI), 71-79. <https://doi.org/10.3916/C56-2018-07>
- Rey, L., Quintana-Orts, C., Mérida-López, S., y Extremera, N. (2019). Being Bullied at School: Gratitude as Potential Protective Factor for Suicide Risk in Adolescents. *Frontiers in Psychology*, 10, 662. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00662>
- Reyns, B. (2010). *Being Pursued Online: Extent and Nature of Cyberstalking Victimization from a Lifestyle/Routine Activities Perspective*. [Tesis doctoral], Facultad de Educación, Universidad de Cincinnati, Estados Unidos.
- Rodríguez-Gómez, D., Castro, D., y Meneses, J. (2018). Problematic uses of ICTs among young people in their personal and school life. [Usos problemáticos de las TIC entre jóvenes en su vida personal y escolar]. *Comunicar*, 56, 91-100. <https://doi.org/10.3916/C56-2018-09>
- Schneider, S. K., O'Donnell, L., Stueve, A., y Coulter, R. W. S. (2012). Cyberbullying, school bullying, and psychological distress: A regional census of high school students. *American Journal of Public*

- Health*, 102(1), 171-177. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2011.300308>
- Serrano-Barquín, R., y Ruiz, E. (2013). Violencia simbólica en internet. *Raximhai*, 9(3), 121-139. <https://doi.org/10.35197/rx.09.03.e.2013.06.rs>
- Slonje, R., y Smith, P. K. (2008). Cyberbullying: Another main type of bullying?: Personality and social sciences. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49(2), 147-154. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9450.2007.00611.x>
- Sourander, A., Brunstein-Klomek, A., Ikonen, M., Lindroos, J., Luntamo, T., y Koskelainen, M. (2010). Psychosocial risk factors associated with cyberbullying among adolescents. A population-based study. *Archives of General Psychiatry*, 67(7), 720-728. <http://dx.doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.79>
- Tajahuerce, I., Franco, Y. G., y Juárez, J. (2018). Ciberbullying y género: nuevos referentes en la ocupación de los espacios virtuales. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 24(2), 1845-1859. <http://dx.doi.org/10.5209/ESMP.62250>
- Taylor, R. W., Fritsch, E.J., Liederbach, J., y Holt, T. J. (2010). *Digital crime and digital terrorism*. Nueva Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Tejada, E., Castaño, C., y Romero, A. (2019). Los hábitos de uso en las redes sociales de los preadolescentes. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 119-133. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.2.23245>
- Varela, R. (2012): *Violencia, Victimización y cyberbullying en adolescentes escolarizados/as: una perspectiva desde el Trabajo Social*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Sociales, departamento de Trabajo Social y Servicios Sociales. Universidad Pablo de Olavide.
- Wall, D. S. (2008). *Cybercrime: The transformation of crime in the information age*. Cambridge: PolityPress.

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Jose Domínguez Alonso. Doctor en Psicopedagogía, Licenciado en Ciencias de la Educación y Psicopedagogía. Profesor de la Universidad de Vigo (Campus Ourense). Departamento de Análisis e Intervención Psicosocioeducativa. Área de Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Investigación: Estudio de las metodologías cualitativa y cuantitativa aplicadas al campo de la educación: atención a la diversidad, violencia escolar, inclusión y exclusión social. Correo electrónico: E-mail: jdalonso@uvigo.es

Iago Portela Pino. Profesor Doctor en Ciencias de la Salud y del Deporte (Universidad Isabel I). Master en Condicionantes Genéticos, Nutricionales y Ambientales del Crecimiento y Desarrollo. Investigación: Estudio en el campo de la salud y el deporte: calidad de vida, motivación y abandono del ejercicio físico. E-mail: iportela@uvigo.es

Dirección:
Plaza Eduardo Barreiros, nº4, 2ºb,
32004 – Ourense (España)

Fecha de recepción del artículo: 21/10/2019

Fecha de aceptación del artículo: 10/12/2019

Fecha de aprobación para maquetación: 20/02/2020

Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: percepciones del profesorado

(ICT potentials and their role in promoting creativity: teachers' perceptions)

María José Cuetos Revuelta
Universidad Internacional de la Rioja, UNIR (España)
Lucía Grijalbo Fernández
Elena Argüeso Vaca
Vanessa Escamilla Gómez
Ruth Ballesteros Gómez
Bureau Veritas Formación (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26247>

Cómo referenciar este artículo:

Cuetos Revuelta, M. J., Grijalbo Fernández, L., Argüeso Vaca, E., Escamilla Gómez, V., y Ballesteros Gómez, R. (2020). Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: percepciones del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 287-306. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26247>

Resumen

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen nuevas oportunidades de aprendizaje en una sociedad interconectada, donde su uso se ha hecho fundamental. Esta investigación presenta los resultados de las percepciones de 245 profesores que están cursando un máster online de eLearning y Tecnología Educativa sobre las potencialidades de las TIC más apreciadas dentro del ámbito educativo, así como el papel de las nuevas tecnologías en el fomento de la creatividad de los estudiantes. Los participantes también valoraron sus competencias de manejo de las TIC y su propia creatividad. Este enfoque permite profundizar en las consideraciones de los participantes desde su propia percepción y contexto.

Los resultados apuntan a que los docentes atribuyen a las TIC una alta motivación y capacidad de estimulación. Las catalogan como un importante canal de comunicación e intercambio de información, así como medio de expresión y creación. Destacan que la orientación de profesores y padres en el manejo de las TIC es básica para trabajar con recursos digitales, debiéndose fomentar la competencia digital docente (CDD).

Se concluye que para potenciar la creatividad de los estudiantes no basta con utilizar únicamente las TIC, hay que trabajar el pensamiento divergente mediante la combinación de métodos y actividades. Se debe aprovechar lo mejor de cada metodología para hacer la formación lo más motivadora posible y, así, construir un ambiente de aprendizaje que estimule la creatividad de manera más efectiva a través de las interacciones entre los alumnos y estas herramientas de aprendizaje.

Palabras clave: creatividad; motivación; aprendizaje cooperativo; tecnología de la información.

Abstract

Information and Communication Technologies (ICT) offer new learning opportunities in an interconnected society, where its use has become fundamental. This study presents the results of the perceptions of 245 professors who are studying an online master's degree in eLearning and Educational Technology about the potential of the most valued ICT within the educational field and the role of new technologies in the promotion of creativity of the students is shown. Participants also self-assess their ICT management competence and their own creativity. This approach allows to deepen in the considerations of the participants from their own perception and context.

The results suggest that teachers attribute high motivation and stimulation capacity to ICT, categorizing them as an important communication and information exchange channel as well as a way of expression and creation. They emphasized that the orientation of teachers and parents in handling ICT is essential to work with digital resources and the digital teaching competence (DTC) should be encouraged.

It is concluded that to enhance students' creativity, the mere use of ICT does not suffice, but divergent thinking must be worked through the combination of methods and activities. The best of each methodology should be used to make the training as motivating as possible and, thus, create a learning environment that stimulates creativity more effectively through interactions between students and these learning tools.

Keywords: creativity; motivation; cooperative learning; information technology.

Las generaciones nacidas en el nuevo siglo han convivido desde siempre con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y conciben su presencia como algo natural en su desarrollo, para obtener información o mantenerse en contacto con familiares y amigos. Las TIC han producido cambios en los hábitos de conducta y en el modo de relacionarnos (Maldonado, García y Sampedro-Requena, 2019).

El uso de las TIC en educación puede mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. A priori, parece que un entorno de aprendizaje basado en las TIC ayuda a que ideas difíciles se hagan más comprensibles, por lo que los estudiantes construyen sus conocimientos de manera que sean significativos para ellos. Una de sus principales ventajas es la motivación de los alumnos, ya que el aprendizaje

les resulta más atractivo y divertido, lo que hace que los estudiantes dediquen más tiempo al estudio y se encuentren más implicados en todas las actividades (Ferro Soto, Martínez Senra y Otero Neira, 2009). Otras ventajas son la ruptura de las barreras espacio-temporales y la gran cantidad de recursos disponibles (Talebian, Mohammadi y Rezvanfar, 2014), de manera que la adquisición de conocimientos no se ve restringida al aula. Estas tecnologías permiten adaptar los contenidos a las necesidades y características del alumnado, proporcionándoles oportunidades para explorar y aprender a su propio ritmo y tiempo (Phutela y Dwivedi, 2019). Se desarrolla así una enseñanza centrada en el alumno (Das, 2019), a pesar de que el docente necesite mucho más tiempo para preparar los contenidos TIC que va a trabajar con los estudiantes. Las tecnologías e Internet han posibilitado prácticas abiertas, lo que abre un espectro de posibilidades de producción de recursos y uso en ámbitos sociales y culturales para la creación colectiva y, con ello, la posibilidad de trabajar con saberes compartidos (Ramírez-Montoya y García-Peñalvo, 2018). La interacción social y la comunicación son el terreno común del aprendizaje colaborativo y el aumento de la creatividad (Lappas y Fessakis, 2014).

El marco estratégico de Educación y Formación 2020 (ET2020) busca el desarrollo de una educación y una formación abiertas e innovadoras para lograr una plena incorporación en la era digital, manteniendo como uno de sus objetivos estratégicos incrementar la creatividad y la innovación. La creatividad se posiciona como una parte vital de la educación para el futuro digital y para los entornos de aprendizaje impulsados por la tecnología y la vida laboral con la que los estudiantes inevitablemente se enfrentarán (Creely, Henderson y Henriksen, 2019). Sin embargo, aspectos como la multiculturalidad, la digitalización de la información y la importancia de las redes sociales no se abordan con suficiente importancia en nuestras aulas, siendo aún un recurso infrautilizado en la enseñanza (Tabuenca, Sánchez y Cuetos, 2019).

Aunque la creatividad se ha convertido en un tema central para la enseñanza y el aprendizaje del siglo XXI, todavía no está claro qué significa esto para el campo de la educación, en política y, por lo tanto, en la práctica. Se hace necesario un enfoque más coherente entre la implementación de la creatividad y la tecnología en la teoría de las políticas educativas y la realidad de las aulas (Henriksen, Henderson, Creely, Ceretkova, Černochová, Sendova, Sointu y Tienken, 2018). Esto puede ser debido a que es difícil aproximarse a una definición concreta de creatividad. Hay diferentes percepciones de su significado en función de las técnicas existentes para su evaluación. En los orígenes se describió como la habilidad que se posee para resolver preguntas y problemas (Smilansky y Halberstadt, 1986); una habilidad intelectual para generar un producto original o con un valor añadido, social o personal, con un propósito concreto y usando una información dada (Hu y Adey, 2002). La creatividad se asocia a la generación de nuevas ideas lo que involucra un complejo sistema funcional que permiten al individuo recibir, analizar, comparar y generar ideas o respuestas (Sarmiento, 2017). Hay cuatro rasgos concurrentes que

varios autores coinciden como distintivos de la creatividad: fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración (Lappas y Fessakis, 2014; Moguel Pérez, Michel López y Torres Hernández, 2016). Se refieren a la producción de múltiples ideas o alternativas, su procesamiento de formas variadas, rompiendo con la rutina, pero de un modo estructurado tras un proceso de síntesis. Más recientemente, Nikolopoulou (2018) realizó una recopilación de la interacción entre las características de las TIC y las de la creatividad, añadiendo conceptos como: uso de la imaginación, originalidad y pensamiento crítico y divergente.

Así, la creatividad puede promoverse y extenderse con el uso de nuevas tecnologías donde se brinden oportunidades para el desarrollo de ideas, hacer conexiones, crear y hacer y fomentar estrategias como la colaboración, comunicación y evaluación (Loveless, 2002). Parece que el uso de las TIC en programas de mejora de la creatividad da resultados positivos (Rashid y Rahman, 2014; Stolaki y Economides, 2018; Sokól, Figurska y Blasková, 2015) ya que la integración de las TIC en el método de enseñanza y el diseño de las actividades es propicia para la expresión de la creatividad de los estudiantes y su habilidad para la resolución de problemas. Muchos estudios apoyan la noción de que el aprendizaje electrónico, el intercambio de conocimientos en línea y la interactividad mejoran la creatividad de los estudiantes (Phutela y Dwivedi, 2019; Wei, Peng y Chou, 2015; Yeh, Yeh, y Chen, 2012). Sin embargo, la creatividad está profundamente relacionada con los problemas de integración de la tecnología, por lo que estos problemas de creatividad y tecnología pueden considerarse en conjunto (Henriksen, Mishra y Fisser, 2016).

Es importante tener en cuenta que no es en las propias TIC en las que hay que buscar la clave para entender su impacto sobre la educación, sino en las posibilidades que éstas ofrecen para la interacción, la participación y la demostración activa de imaginación, producción, propósito, originalidad y valor, tanto a los profesores como a los estudiantes (Coll, 2011; Nikolopoulou, 2018). Para que el uso de las TIC sea el más adecuado, docentes y familias juegan una función esencial como factores extrínsecos, destacando la influencia de los profesores en la creatividad de sus estudiantes, aunque sean ya adultos (Ehtiyar y Baser, 2019). Estas acciones necesitan un profesorado formado en este ámbito, que involucre a las TIC en la enseñanza de su alumnado y les oriente en su uso para maximizar las posibilidades de producción creativa (Giménez, Luengo y Bartrina, 2017; Stolaki y Economides, 2018, Henriksen, Mishra y Fisser, 2016), mejorando la actividad docente y el aprendizaje de sus estudiantes. Actualmente, la zanja más profunda tiene otro carácter, el generacional, al menos en el marco europeo, pues los estudiantes tienen más habilidades en el manejo de las herramientas de aprendizaje y acceso a fuentes de conocimiento que sus educadores, padres o tutores.

Los docentes deben ser, por tanto, los responsables de crear en el aula un ambiente que permita a los estudiantes participar en un entorno diverso, utilizando una variada gama de estrategias de enseñanza, búsqueda, organización y selección de información, indagación y fomento del pensamiento creativo, entre otras

(Betancourt Morejón y Valadez Sierra, 2009). Es indispensable encontrar puntos de unión entre creatividad y educación y, para ello, hay que crear espacios alternativos, diversos y estimulantes (Jorda Lueges y Martínez Vázquez, 2015).

Resulta fundamental entender el papel de los docentes en el apoyo al desarrollo de la creatividad en las aulas. Señalar aquí, la contribución de este estudio para conocer la percepción en una pequeña muestra de profesores, con base en su visión y experiencia docente, sobre qué potencialidades de las TIC son las que más valoran dentro del ámbito educativo y qué papel tienen las nuevas tecnologías en el fomento de la creatividad de los discentes.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Contexto del estudio

La muestra de estudio estaba formada por docentes en activo en centros de todos los niveles educativos que eran a su vez estudiantes del Máster Oficial en eLearning y Tecnología Educativa, máster de modalidad online (eLearning) de Bureau Veritas Formación.

En concreto, se analizaron las respuestas de un total de 245 alumnos de este máster en 4 convocatorias consecutivas, correspondientes a los cursos 2015/16, 2016/17, 2017/18 y 2018/19. El número de estudiantes en cada caso fue de 56, 46, 132 y 21, respectivamente.

Participantes

Del total de los 245 participantes, el 66% eran mujeres (161 alumnas) y el 34% restante eran hombres (84 alumnos). De ellos, un 97% eran de diversos puntos del ámbito nacional, existiendo sólo 8 alumnos extranjeros (procedentes de Colombia, Chile y Ecuador), por ello esta característica no se ha considerado relevante para el análisis de los resultados obtenidos.

Las edades de los participantes estaban comprendidas entre los 23 y los 52 años. La edad media fue de 32.6 años con una desviación estándar de 6.1, existiendo sólo 4 profesores con edad superior o igual a los 50 años.

Para tener más información sobre las características de los participantes (y en concreto tener información sobre su propia creatividad) se recurre al análisis de un cuestionario de autoevaluación de las competencias profesionales docentes, donde ellos mismos valoraron una serie de aspectos sobre sus habilidades y capacidades, en rango de 0 a 5. Marcando 0 si no poseían conocimientos y 5 si tenía control y dominio sobre el tema evaluado. Los ítems estaban agrupados en bloques, el primero relacionado con su propia competencia digital (habilidades básicas del manejo de las TIC), el segundo sobre iniciativa y confianza en sí mismo (iniciativa y espíritu

emprendedor) y el resto relacionados de algún modo con las diversas definiciones de la creatividad vistas en el marco teórico (capacidad para resolver problemas de forma colaborativa, capacidad para diseñar soluciones alternativas a problemas y capacidad de generar nuevas ideas).

Para este artículo los datos se trataron de forma anónima y se analizaron por grupos de edad para saber si existía similitud en las medias obtenidas para cada uno de los aspectos analizados.

Recogida y análisis de datos

Se optó por una metodología de carácter cualitativo con el fin de explorar las concepciones de los participantes de una forma abierta con base en sus experiencias y testimonios en los centros escolares. La técnica de recogida de información fue a través de un foro online, dentro del marco de la asignatura “Tecnologías y Entornos Virtuales para eLearning” que cursaban en el máster. Podían participar exponiendo sus puntos de vista una o varias veces a lo largo de la duración de la asignatura justificando sus respuestas e interactuando con sus compañeros. El foro se mantuvo abierto durante los 2 meses de duración de la asignatura en cada curso y el 100% del alumnado participó en al menos una ocasión. Las dos principales preguntas de la investigación fueron:

- “¿las herramientas tecnológicas ayudan a potenciar la creatividad de los estudiantes?”
- “¿qué potencialidades de las TIC son las que más valoras dentro del ámbito educativo y cómo las relacionas con la creatividad?”

En primer lugar, se llevó a cabo el análisis del contenido de las respuestas de la pregunta central del estudio sobre si las herramientas tecnológicas ayudan a potenciar la creatividad de los estudiantes. Posteriormente, de modo inductivo se extrapolaron de la información de las respuestas de los foros las potencialidades de las TIC, con base en la justificación dada. Se creó un sistema de categorías de las características específicas de las herramientas TIC que se puedan correlacionar posteriormente con las características básicas de la creatividad (elementos de los procesos creativos), siguiendo una adaptación de las aportadas por la revisión bibliográfica del estudio de Nikolopoulou (2018). Las categorías seleccionadas han sido:

- Motivación
- Inmediatez en el acceso a la información
- Flexibilidad
- Fomento del aprendizaje colaborativo
- Medio de expresión y creación

- Nuevos espacios interactivos y formas de presentar la información
- Fuente de dinamismo
- Canal de comunicación e intercambio

Este proceso inductivo de categorización se ha implementado de modo simultáneo por dos investigadores diferentes, obteniéndose un alto grado de concordancia en las frecuencias de las categorías seleccionadas de los resultados finales. El análisis de los datos se llevó a cabo mediante el programa EXCEL 2018 de Microsoft Office.

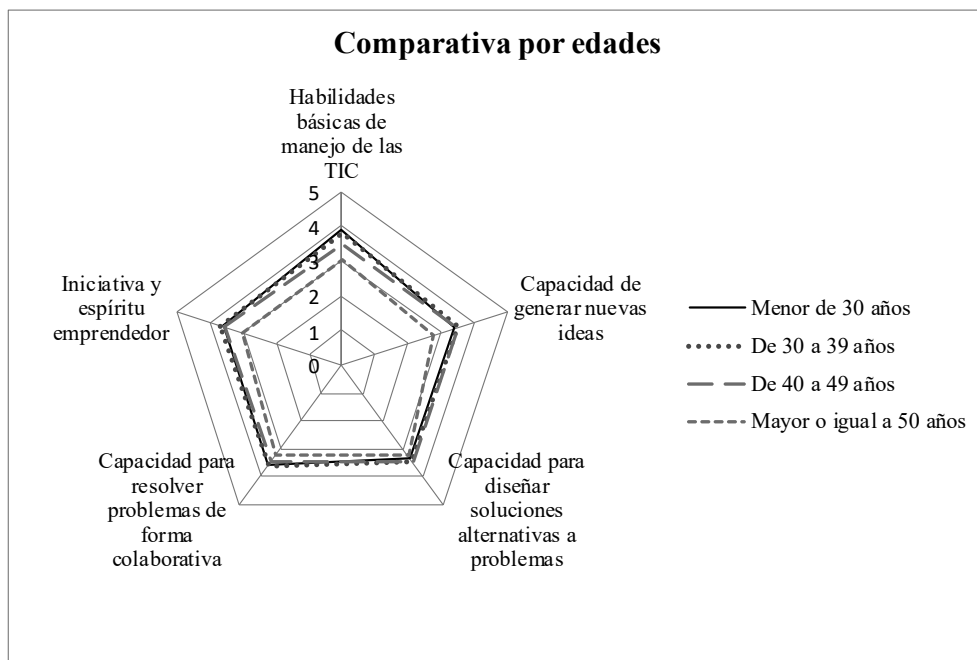
RESULTADOS

Competencias profesionales docentes

En la figura 1 se puede observar la superposición de las medias de las autoevaluaciones del profesorado partícipe en el estudio. Los datos mostraron cómo las valoraciones fueron relativamente altas en todos los casos (entre 3 y 4), siendo prácticamente coincidentes para todos los ítems en los encuestados de igual o menos de 30 años.

Pero lo relevante del análisis fue comprobar cómo la valoración de todas las características disminuía con el aumento en la edad de los encuestados. El dato más significativo fue el del ítem relacionado con el uso o manejo de las TIC, que pasó de un valor medio de 3.9 en los profesores menores de 30 años a 3.0 en los de edad mayor o igual a 50 años. La diferencia de edad mostró la existencia de una menor habilidad en estos docentes en lo referido a sus competencias digitales. Este dato resulta curioso ya que no hay que olvidar que estaban cursando estudios de modalidad online.

Figura 1. Comparativa por edades del análisis de competencias profesionales autoevaluadas por los participantes



Fuente: Elaboración propia

“La capacidad de generar nuevas ideas” y “la iniciativa y el espíritu emprendedor” fueron los aspectos que más disminuyeron con el aumento en la edad de los participantes, variando entre ambos rangos de edad de 3.4 a 2.7 y de 3.6 a 3, respectivamente. Finalmente, hay que comentar que el ítem de “la capacidad para diseñar soluciones alternativas a problemas” fue uno de los peor valorados por todos los participantes, independientemente del rango de edad al que pertenecieran. Observándose, por tanto, una disminución en el valor de los temas relacionados con la creatividad a medida que aumentaba la edad del encuestado.

Potencialidades del uso de las TIC

En una primera aproximación, haciendo un resumen de las respuestas a la primera pregunta del estudio, el 85% de los profesores que participaron en el foro confirmaron que las TIC fomentan la creatividad de los estudiantes por las múltiples potencialidades que presentan (como se analizará posteriormente), frente a un 2% que respondieron negativamente. Estos indicaron que incluso pueden llegar a

generar el efecto de coartar la creatividad, ya que ayudan a simplificar en exceso las tareas, o a disminuir el esfuerzo que se debe aplicar en el proceso de aprendizaje, pudiendo llegar a sobreestimar a los alumnos o a conducirles a un aislamiento social. Como ejemplos se plasman las siguientes referencias textuales:

- “Las TIC no han potenciado la creatividad e incluso en muchos casos nos hacen ser más pasivos. Estos medios están exigiendo mucho menos esfuerzo a la hora de aprender y esto nos puede llevar a la consecuencia de que se generará menos creatividad” (Participante 16, curso 15-16).
- “La tecnología, en ocasiones, nos facilita demasiado la tarea y sistemas como por ejemplo el GPS o los videojuegos hacen que tanto los adultos como los niños tengan que minimizar su esfuerzo y creatividad para realizar una acción tan simple como la de llegar de un punto de una ciudad a otro o el inventar un juego nuevo” (Participante 141, curso 17-18).
- “Vivimos en un mundo cada vez más tecnológico, en el cual hay que tener cuidado para evitar que nuestros jóvenes y nuestros mayores caigan en las garras negativas de la tecnología y esto les lleve a aislarse, a meterse en su mundo virtual y a desvincularse de la realidad” (Participante 113, curso 17-18).

Cabe destacar la existencia de un 13% de intervenciones que no se decantaron por una opción concreta. Para ello, alegaron que las TIC son sólo herramientas que tenemos a nuestra disposición, que con un mayor o menor grado de importancia podrían ayudar a los estudiantes, pero la creatividad y el talento son capacidades personales. De entre las citas al respecto se pueden destacar:

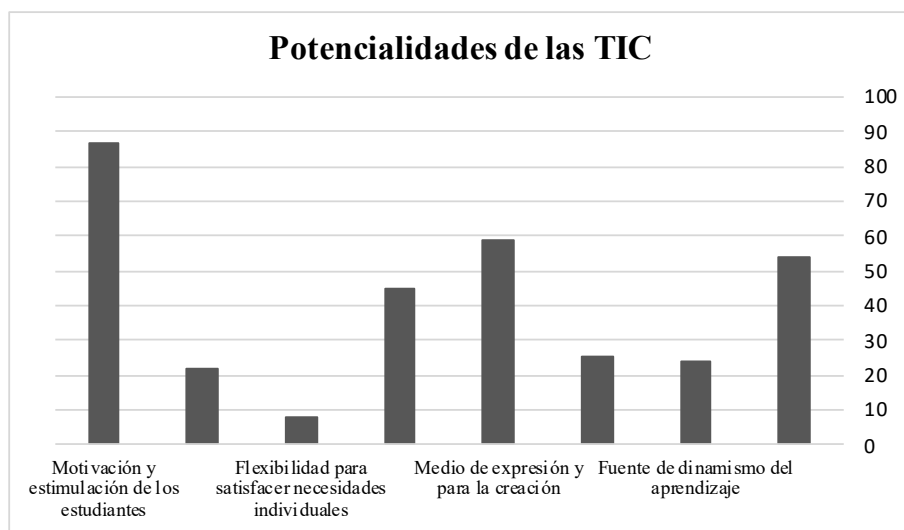
- “Las TIC no son las únicas herramientas, muchos de nuestros literatos más creativos escribían sus obras a mano y reconocían no manejar ningún tipo de herramienta tecnológica en fase creativa” (Participante 8, curso 15-16).
- “Una persona creativa puede serlo tanto con un lápiz y un papel como con un programa informático. Las herramientas ayudan a potenciar esa creatividad, pero no son factores decisivos” (Participante 30, curso 15-18).

Respecto a la segunda pregunta del estudio, en la figura 2 se recogen los datos del total de referencias textuales analizadas agrupadas en función de las potencialidades otorgadas a las TIC en el ámbito educativo.

La principal potencialidad que los profesores atribuyeron a las TIC fue “la motivación y la estimulación de los estudiantes”, citada 88 veces. Se incluye también en este ítem que las TIC son una herramienta que fomenta la ludificación y la estimulación a través del juego. Se muestran a continuación algunos ejemplos textuales sobre este tema:

- “Las herramientas tecnológicas son una gran fórmula para motivar al alumnado y despertar su creatividad y, por consiguiente, su talento, ya que, son herramientas que ofrecen múltiples posibilidades para desarrollar la imaginación de los estudiantes” (Participante 9, curso 16-17).
- “Con las TIC, el alumno se está divirtiendo y jugando, al tiempo que aprende de modo efectivo, lo que es fundamental para su proceso creativo” (Participante 45, curso 17-18).

Figura 2. Potencialidades de las TIC mencionadas por los encuestados



Fuente: Elaboración propia

También son destacables las reseñas “medio de expresión y para la creación” y “canal de comunicación e intercambio”, siendo una ventaja tanto para el alumno como para la innovación del proceso docente:

- “Las TIC actualmente están inmersas dentro del modo de vida de la mayoría de nuestros alumnos (móviles, ordenador con internet, tabletas...) y qué mejor manera que enseñarles utilizando aquello que les motiva y saben manejar. En este sentido, las TIC pueden ser un medio para que los niños se puedan expresar y puedan ser capaces, cada vez con menos esfuerzo, de crear sus propios materiales e ideas” (Participante 21, curso 17-18).
- “Las nuevas tecnologías pueden usarse para ser un estímulo más que ayuden a desarrollar las competencias. Un ejemplo de ello sería hacer nuestro propio canal

de YouTube con los alumnos y animarlos a que creen contenidos para subirlos luego a la web” (Participante 45, curso 15-16).

- “Las TIC pueden ayudar a fomentar la creatividad. Si analizamos los distintos ambientes de aprendizaje vemos que, en los nuevos modelos pedagógicos, el uso e intercambio de la información es vital. Y en esto las TIC juegan un papel relevante” (Participante 135, curso 17-18).

El ítem “fomento del aprendizaje colaborativo”, donde los alumnos tienen que trabajar en equipo e interactuar para conseguir un objetivo común, fue el cuarto más citado:

- “Las nuevas tecnologías suponen una herramienta fundamental para potenciar la creatividad y el talento de las personas, ya que favorecen habilidades como la percepción, la retención de imágenes y palabras, la capacidad de atención y el trabajo cooperativo” (Participante 8, curso 17-18).
- “Las nuevas tecnologías multiplican las posibilidades del aprendizaje colaborativo y fomentan la comunicación, la interacción y el intercambio de ideas entre los miembros del grupo” (Participante 5, curso 15-16).

Son similares el número de referencias que se recogen sobre los aspectos de “generación de nuevos espacios interactivos y nuevas formas de presentar la información”, “fuente de dinamismo del aprendizaje” y “acceso inmediato a información”. Como muestra se encuentran:

- “Las tecnologías tienen un gran poder en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Los estudiantes pueden llegar a descubrir qué tan creativos pueden ser. En lugar de escribir un trabajo en papel, pueden escribir una entrada de blog, o en lugar de crear proyectos que se cuelgan de las paredes del colegio, subirlos a una página web” (Participante 9, curso 16-17).
- “Estamos hablando de una cantidad de estímulos y herramientas ilimitada. Un abanico de posibilidades que tiene el alumno del que antes no disponía” (Participante 52, curso 15-16).
- “Tenemos acceso a multitud de fuentes de información en diversos formatos: visual, escrito, sonoro... tal diversidad y riqueza nos permite sumergirnos en entornos a los que no tendríamos acceso sin la web. A través de internet, podemos recurrir a herramientas creativas adaptadas a nuestras capacidades, o que a su vez nos permitan aprender y adquirir nuevas capacidades para crear” (Participante 26, curso 17-18).

Y, por último, los participantes destacaron de estas herramientas su “flexibilidad para satisfacer las necesidades individuales”. Este ítem se refiere tanto a la

posibilidad de adaptar horarios y lugares de conexión como a la ayuda para alumnos con necesidades educativas diferenciadas:

- “La flexibilidad de horarios para realización de tareas y la posibilidad de realizarlas desde su propio domicilio ayuda a fomentar el trabajo en grupo sin necesidad de desplazarse” (Participante 1, curso 15-16).
- “La tecnología puede ayudar a acortar la forma de educar, minimizar tiempos de estudios, investigación o simplemente desplazamientos innecesarios” (Participante 46, 2017).
- “La inclusión de las TIC en el trabajo diario de aula se considera como una medida ordinaria dentro del plan de atención en algunas comunidades autónomas, puesto que ofrecen apoyo visual y múltiples herramientas que facilitan el trabajo de docentes y alumnos” (Participante 58, curso 17-18).

Competencia digital docente y otras categorías del uso de las TIC

Finalmente, además de las potencialidades de las TIC ya analizadas, se han examinado otros aspectos comentados con asiduidad por los profesores que indicaron que las TIC fomentan la creatividad de los estudiantes. Así, se recogen en la tabla 1 las categorías en las que se agruparon estas referencias.

A continuación, igual que se ha hecho con el análisis de las potencialidades de las TIC, se recogen los nuevos ítems descritos y una serie de reseñas textuales para su ejemplificación.

La mayoría de los profesores comentaron cómo “la competencia digital docente” resulta fundamental para conseguir los objetivos propuestos y obtener unos resultados acordes con lo esperado si se llevan a cabo actividades con recursos digitales:

- “Es necesario decidir qué tipo de herramienta tecnológica contribuirá a desarrollar la capacidad creativa de nuestros alumnos, puesto que existen múltiples cuya finalidad puede variar considerablemente en función del uso que se haga de ellas” (Participante 3, curso 16-17).
- “Es necesario que, profesores y familias, estemos familiarizados y al tanto de este mundo virtual que nos rodea, ya que por mucho que le demos una tableta a nuestros alumnos, es cierto que lo verán atractivo, pero si no la utilizamos correctamente, no desarrollaremos su auténtico potencial” (Participante 2, curso 17-18).

En este proceso indicaron también que “las TIC son un apoyo”, no son la única herramienta para conseguir potenciar la creatividad de los estudiantes:

- “Las tecnologías nos proporcionan herramientas con las cuales, como docentes, podemos intentar potenciar la creatividad y el talento de los alumnos, pero no son indispensables para ello, aunque está claro que podemos sacar gran beneficio de ellas. Como educadores, debemos usarlas siempre como apoyo y no como algo insustituible y obligatorio” (Participante 42, curso 15-16).
- “Deben de ser un apoyo al aula y al aprendizaje y no pueden convertirse en el eje vertebrador ni en el andamiaje de la enseñanza. ¿Qué pasaría si, por ejemplo, un centro no dispone de los medios necesarios para utilizar las TIC asiduamente en el aula? ¿Los alumnos no se pueden desarrollar?” (Participante 11, curso 16-17).

Tabla 1. Otras categorías del uso de las TIC destacadas en el estudio

Categorías	Referencias textuales
Competencia digital docente (CDD)	113
Las TIC como apoyo	92
Necesidad de un cambio educativo	88
Uso de las TIC en la vida no académica	52

Fuente: elaboración propia.

Los docentes mencionaron que, para la inclusión de las TIC en los centros educativos, prima la “necesidad de un cambio educativo” requerido por la sociedad y la necesidad de una renovación metodológica en la docencia:

- “Los tiempos cambian y las metodologías que eran eficaces en antaño ya no lo son. Debemos movernos a la par cogiendo en todo momento lo que mejor se adapte al nivel y la edad de los alumnos, como las TIC” (Participante 41, curso 16-17).
- “La escuela tal y como la conocemos hoy en día ha quedado obsoleta y está pidiendo un cambio a gritos. Las TIC pueden ser el cambio que estaba demandando la sociedad educativa a nivel general, para ajustarnos a la nueva sociedad en la que vivimos” (Participante 14, curso 18-19).

La necesidad de cambio está, además, relacionada con el “uso de las TIC en la vida no académica”, ya que estas tecnologías se encuentran en nuestro entorno cotidiano y son necesarias en la vida profesional:

- “Las TIC serán la base de cualquier tipo de enseñanza, ya que al igual que en el resto del mundo en los próximos años, las nuevas tecnologías serán la base en torno a la que girarán muchos aspectos de nuestra sociedad” (Participante 18, curso 17-18).

- “Las tecnologías de la educación y la comunicación son imprescindibles en el entorno educativo porque están cada vez más presentes en nuestro entorno social, cultural, económico y laboral” (Participante 73, curso 17-18).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Respecto al análisis de las características de los participantes en el estudio, con el aumento de edad hay una autopercepción en la disminución de la “capacidad de generar nuevas ideas” e “iniciativa y espíritu emprendedor”, que puede haber sido condicionado por la metodología aplicada en el transcurso de su aprendizaje, e incluso posteriormente, adquirida en su proceso de enseñanza. Siendo el ítem de “capacidad para diseñar soluciones alternativas a problemas”, directamente relacionado con el proceso creativo, el peor valorado por los participantes en todos los rangos de edades. Por tanto, como pudo comprobarse con el autoanálisis de las competencias del profesorado, existe una brecha digital intergeneracional en el manejo de las TIC entre los docentes encuestados a medida que aumentaba el rango de edad analizado. También se mostró una diferenciación por edades en los ítems que están relacionados con el propio concepto de la creatividad.

Con respecto a la pregunta central del estudio ¿ayudan las herramientas tecnológicas a potenciar la creatividad de los estudiantes? como era de esperar, la mayoría de los docentes participantes en el análisis (85%) resaltaron con sus intervenciones que las TIC promueven el desarrollo de la creatividad en los alumnos. Los datos son acordes con la bibliografía consultada que confirma que las nuevas tecnologías tienen mucho que ofrecer al mundo del intercambio educativo (Angarita, 2019; Das, 2019; Henriksen, Mishra y Fisser, 2016; Loveless, 2002), dado que permiten aplicar nuevos modos de presentar contenidos, búsqueda de información e investigación. Son precisamente las nuevas formas de aprender y el mayor acceso al conocimiento lo que ayuda a los discentes a ser más creativos. Un 2% de los participantes lo negaron rotundamente, argumentando la existencia de sobreestimulación, ya que tanto exceso de información y medios anulan en cierta medida la creatividad del niño, haciendo que todo se vuelva rutinario y aburrido. Llegaron incluso a considerar las TIC como una fuente de aislamiento social. Y un 13% de los docentes tuvieron una posición neutral, alegando que las herramientas tecnológicas y la creatividad son independientes, el uso de las tecnologías no está ligado a la creatividad ni al éxito. Las tecnologías son una herramienta más, pues se puede ser creativo manteniéndose desligado de ellas.

En relación con la pregunta ¿qué potencialidades de las TIC son las que más valoran dentro del ámbito educativo y cómo las relacionan con la creatividad?:

- “La motivación y la estimulación de los estudiantes” son los aspectos que más reiteran para que el aprendizaje sea más atractivo y capte la atención del alumno. Ítem que está íntimamente relacionado con que las TIC son un “medio

de expresión y para la creación”. Esto está acorde con trabajos previos, como el de Jorda Lueges y Martínez Vázquez (2015), que en su estudio mostraron cómo ante condiciones favorables y estimulantes se permite la creación de productos, servicios, ideas y estrategias novedosas en una diversidad de campos; y el de Phutela y Dwivedi (2019), que puntualizan que las TIC en educación se utilizan para mejorar la creatividad, la interacción y el intercambio de conocimientos, aparte del aprendizaje de los estudiantes.

- Y también, según las aportaciones recogidas, las TIC constituyen un “canal de comunicación e intercambio”, coincidiendo con diversos autores, como Carrió Pastor (2007) que señala que las TIC fomentan la relación entre alumnos y profesores de otros centros, favoreciendo una comunicación activa, abierta y natural tanto de forma síncrona como asíncrona, a través de correo electrónico, chats, foros, etc. que permiten compartir ideas, resolver dudas o enviar trabajos y actividades desde cualquier lugar y en cualquier momento. De la misma manera, estas tecnologías mejoran la comunicación entre alumnos y su aprendizaje cooperativo a través de actividades grupales (Gutiérrez-Portlán, Román-García y Sánchez-Vera, 2018). El uso de herramientas que faciliten la comunicación, la colaboración y la producción del conocimiento son indispensables para mejorar los procesos formativos (Suárez Guerrero y Gros Salvat, 2013).
- Otro elemento destacado fue el “fomento del aprendizaje colaborativo”. Recordar en relación con el trabajo colaborativo que, dentro de las características que los participantes se autoevaluaron, el ítem de “capacidad para resolver problemas de forma colaborativa” de su valoración, fue de los mejor puntuados. Señalan además que la opción de una enseñanza colaborativa mediante el uso de herramientas tecnológicas ofrece muchas ventajas: favorece los diferentes ritmos de aprendizaje, atendiendo a las características y necesidades de nuestro alumnado, convierte a los estudiantes en protagonistas de su propio aprendizaje, desarrolla sus competencias y habilidades, refuerza sus relaciones interpersonales y les permite adquirir un aprendizaje significativo. En concordancia con el trabajo de Laisema y Wannapiroon (2014) que indicaban que las TIC fomentan las habilidades de pensamiento creativo porque los estudiantes pueden compartir conocimientos e interactuar con sus amigos. La creatividad se potencia ya que impacta positivamente en la producción y el procesamiento de múltiples alternativas (Lappas y Fessakis, 2014).

En resumen, las TIC se señalan como uno de los elementos clave del cambio social. Esta influencia se manifiesta, como indican, en los ámbitos económicos, sociales, políticos y educativos, y en que las nuevas tecnologías conviven en simbiosis con la sociedad actual. No cabe duda, por los resultados extraídos, de que las TIC se transforman en “compañeros de aprendizaje” de los estudiantes y en elementos imprescindibles de su vida laboral. Estas herramientas se convierten en el nuevo mediador de todos los procesos implicados en el aprendizaje, permitiendo la

evolución de estrategias de autorregulación del alumno. Es por ello, por lo que se debe construir un ambiente de aprendizaje que estimule la creatividad de manera más efectiva a través de las interacciones entre los alumnos y estas herramientas de aprendizaje.

En este trabajo, por tanto, se destacan dos conclusiones obtenidas de las percepciones del profesorado, por un lado, que la creatividad es importante, y por el otro, que las TIC tienen el potencial de impactar y cambiar los procesos creativos.

En todos los casos, se destaca que es al docente a quien le corresponde crear un ambiente favorable e innovador que fomente el trabajo en equipo, brindando un clima agradable que propicie el proceso de aprendizaje. Los datos analizados ponen de manifiesto que los profesores son conscientes de que para propiciar una educación acorde a nuestro tiempo se deben realizar nuevas propuestas didácticas que introduzcan las herramientas necesarias para este fin, reforzando para ello nuevas habilidades y competencias en el desarrollo de la creatividad. Como señalan Csikszentmihalyi y Wolfe (2014) la creatividad en las escuelas es el resultado conjunto de la accesibilidad a la información, existencia de estudiantes interesados y maestros receptivos ante las ideas novedosas.

En este punto señalan que, además de formar a los alumnos en un buen uso de las nuevas tecnologías, ellos mismos deberían al mismo tiempo, recibir una buena formación para enseñar de forma óptima y ventajosa. Recogiendo en este sentido, todos los aspectos que engloban el concepto de la competencia digital docente (CDD). Se busca para ello el desarrollo de la CDD, que va mucho más allá de saber cómo usar las tecnologías, pues supone poseer conocimientos y capacidades para poder llevar a cabo procesos de selección e integración curricular de estas tecnologías (Prendes Espinosa, Gutiérrez Porlán y Martínez Sánchez, 2018). Las competencias digitales del profesorado son muy relevantes en el desarrollo de procedimientos de aprendizaje que introduzcan las tecnologías como herramientas al servicio de la educación (Fernández-Cruz y Fernández-Díaz, 2016). La CDD se ha convertido, por tanto, en un aspecto esencial en la formación de los profesores entendiéndola a modo de resumen, como el conjunto de conocimientos, capacidades y actitudes que los docentes deberían adquirir para responsabilizarse en garantizar una educación de calidad, que potencie el desarrollo del talento.

Las limitaciones de este estudio a pequeña escala incluyen (1) cómo entienden los docentes el concepto de “creatividad”, y (2), cómo se identifica el papel de las TIC a través del sistema de categorías creado.

Los resultados de este artículo pueden tener implicaciones para que las instituciones sean conscientes de las opiniones de los docentes. Para estrechar la brecha digital entre el alumnado y profesores y progenitores es necesario mejorar la formación en el uso de las TIC y lograr un cambio en el enfoque didáctico que transforme la práctica docente, de modo que no se exploren las TIC como herramientas de trabajo que mejoren el método didáctico tradicional, sino que se integren de modo holístico en los planes de estudio.

REFERENCIAS

- Angarita L. (2019). Are ICT good partners for the development of creativity? A systematic review of literature. *International Journal of Arts and Technology*, 11(3), 112-123.
- Betancourt Morejón, J., y Valadez Sierra, M. D. (2009). ¿Cómo propiciar atmósferas creativas en el salón de clases? *Revista Digital Universitaria*, 10(12). Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num12/art85/int85.htm>
- Carrió Pastor, M. L. (2007). Ventajas del uso de la tecnología en el aprendizaje colaborativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 41, 1-10.
- Coll, C. (2011). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En R. Carneiro, J. C. Toscano y T. Díaz, T. (Coord.), *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Colección Metas Educativas 2021. OEI y Fundación Santillana.
- Creely, E., Henderson, M., y Henriksen, D. (2019). Failing to succeed: The value of failure in creativity. En K. Graziano (Ed.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1403-1411). Las Vegas, NV, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Csikszentmihalyi, M. y Wolfe, R. (2014). New Conceptions and Research Approaches to Creativity: Implications of a Systems Perspective for Creativity in Education. In *The Systems Model of Creativity*, 161-184. Springer Netherlands.
- Das, K. (2019). The Role and Impact of ICT in Improving the Quality of Education: An Overview. *International Journal of Innovative Studies in Sociology and Humanities*, 4(6), 97-103.
- Ehtiyar, R., y Baser, G. (2019). University education and creativity: An assessment from students' perspective. *Eurasian Journal of Educational Research*, 80, 113-132. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.80.6>
- Fernández-Cruz, F. J., y Fernández-Díaz, M. J. (2016). Generation Z's Teachers and their Digital Skills. *Comunicar*, 46, 97-105. <http://dx.doi.org/10.3916/C46-2016-10>
- Ferro Soto, C., Martínez Senra, A., y Otero Neira, M. C. (2009). Ventajas del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 29. <https://doi.org/10.21556/edutec.2009.29.451>
- Giménez, A. M., Luengo, J. A., y Bartrina, M. J. (2017). ¿Qué hacen los menores en Internet? Usos de las TIC, estrategias de supervisión parental y exposición a riesgos. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 15(3), 533-552. <http://dx.doi.org/10.14204/ejrep.43.16123>
- Gutiérrez-Portlán, I., Román-García, M., y Sánchez-Vera, M. (2018). Estrategias para la comunicación y el trabajo colaborativo en red de los estudiantes universitarios. *Comunicar*, 54(26), 91-100. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-09>
- 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>
- Henriksen, D., Mishra, P., y Fisser, P. (2016). Infusing Creativity and Technology in 21st Century Education: A Systemic View for Change. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 27-37.
- Hu, W. y Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school

- students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403. <https://doi.org/10.1080/09500690110098912>
- Jorda Lueges, G., y Martínez Vázquez, N. E. (2015). Uso de técnicas de creatividad en un Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje. *Campus Virtuales*, 4(1) 66-72.
- Laisema, S., y Wannapiroon, P. (2014). Design of Collaborative Learning with Creative Problem-Solving Process Learning Activities in a Ubiquitous Learning Environment to Develop Creative Thinking Skills. 5th World Conference on Educational Sciences - WCES 2013. *Social and Behavioral Sciences*, 116, (pp. 3921-3926).
- Lappas, D., y Fessakis, G. (2014). Fostering creativity in computer supported collaborative learning activities. *Proceedings of 8th International Technology, Education and Development Conference (INTED2014)*, Valencia.
- Loveless, A. (2002). *Literature review in creativity, new technologies and learning*. Futurelab Research report 4. Recuperado de <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190439/document>
- Maldonado, G., García, J., y Sampedro-Requena, B. (2019). El efecto de las TIC y redes sociales en estudiantes universitarios. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 153-176. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.2.23178>
- Moguel Pérez, G. A., Michel López, P., y Torres Hernández, M. J. (2016). Uso de la tecnología para fomentar la creatividad en el aprendizaje de la geometría. *Revista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación*, 12.
- Nikolopoulou, K. (2018). Creativity and ICT: Theoretical approaches and perspectives in school education. En T. A. Mikropoulos (Ed.), *Research on e-Learning and ICT in Education*, (87-100), New York: Springer.
- Prendes Espinosa, M. P., Gutiérrez Porlán, I., y Martínez Sánchez, F. (2017). Competencia digital: una necesidad del profesorado universitario en el siglo XXI. *RED Revista de Educación a Distancia*, 56.
- Phutela, N., y Dwivedi, S. (2019). Impact of ICT in Education: Students' Perspective. *Proceedings of International Conference on Digital Pedagogies (ICDP) 2019*. doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3377617>
- Ramírez-Montoya, M. S., y García-Peñalvo, F. J. (2018). Co-creación e innovación abierta: Revisión sistemática de literatura. *Comunicar*, 54, 08-18. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-01>
- Rashid, R. A., y Rahman, M. F. A. (2014). Social networking sites for online mentoring and creativity enhancement. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 6(1), 34-45. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2014.060024>
- Sarmiento, J. A. (2017). Desarrollo del pensamiento crítico y creativo mediante estrategias interconectadas: estrategias de aprendizaje, lectura crítica y ABP. *Gestión, competitividad e innovación*, 5(2), 145-162.
- Smilansky, J., y Halberstadt, N. (1986). Inventors versus problem solvers: An empirical investigation. *Journal of Creative Behavior*, 20(3), 183-201. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2162-6057.1986.tb00436.x>
- Sokól, A., Figurska, I., y Blasková, M. (2015). Using the Internet to Enhance Teaching Process at Universities for the Development of Creativity Competencies. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186, 1282-1288. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.036>
- Stolaki, A., y Economides, A. A. (2018). The Creativity Challenge Game: An educational intervention for creativity enhancement with the integration of Information and Communication Technologies (ICTs). *Computers &*

- Education*, 123, 195-211. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.009>
- Suárez Guerrero, C., y Gros Salvat, B. (2013). *Aprender en red: de la interacción a la colaboración*. Barcelona: UOC.
- Tabuenca, B., Sánchez, J. J., y Cuetos, M. J. (2019). El smartphone desde la perspectiva docente: ¿una herramienta de tutorización o un catalizador de ciberacoso? *Revista de Educación a Distancia*, 1(59). <https://doi.org/10.6018/red/59/01>
- Talebian, S., Mohammadi, H. M., y Rezvanfar, A. (2014). Information and Communication Technology (ICT) in Higher Education: Advantages, Disadvantages, Conveniences and Limitations of Applying E-learning to Agricultural Students in Iran. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 152, 300-305. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.199>
- Wei, H. C., Peng, H. y Chou, C. (2015). Can more interactivity improve learning achievement in an online course? Effects of college students' perception and actual use of a course-management system on their learning achievement. *Computers & Education*, 83, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.013>
- Yeh, Y., Yeh, Y., y Chen, Y. H. (2012). From knowledge sharing to knowledge creation: A blended knowledge-management model for improving university students' creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 7(3), 245-257. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.05.004>

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

María José Cuetos Revuelta. Profesora Titular. Doctora Cum Laude por la Universidad de León. Premio Extraordinario de doctorado. Tiene un Máster Universitario en Energías Renovables, un Máster Superior en Prevención de Riesgos Laborales y un Experto en Sistemas Integrados de Gestión. Sus áreas de investigación incluyen las preferencias de aprendizaje aplicadas a las ciencias experimentales y la tecnología educativa y prevención de riesgos laborales para la transformación social. ID: <http://orcid.org/0000-0002-9555-8765>
E-mail: mjose.cuetos@unir.net

Dirección:
Universidad Internacional de La Rioja Avenida de la Paz, 137,
Logroño, La Rioja (España)

Lucía Grijalbo Fernández. Está acreditada como Profesora Contratada Doctora. Doctora Cum Laude por la Universidad San Pablo CEU con un Máster Universitario en Gestión Integrada de la calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales y un máster en Tecnología y Gestión de empresas del agua. Sus áreas de investigación incluyen la biorremediación de aguas y la tecnología educativa y la prevención de riesgos laborales para la transformación social. ID: <http://orcid.org/0000-0002-3867-4911>
E-mail: lucia.grijalbo@bureauveritas.com

Elena Argüeso Vaca. Licenciada en Ciencias Ambientales por la Universidad de León. Es doctoranda en la Facultad de Educación de la Universidad de Alcalá de Henares de Madrid. Tiene el Máster Oficial en Formación del Profesorado, Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Participa en la línea de investigación de la tecnología educativa y la prevención de riesgos laborales para la transformación social de Bureau Veritas Formación. ID: <http://orcid.org/0000-0002-4569-3117>
E-mail: elena.argueso@bureauveritas.com

Vanessa Escamilla Gómez. Coordinadora del Área de Medio Ambiente, Energía y Nuevas Tecnologías de Bureau Veritas Formación. Doctora en Químicas. Está acreditada como Profesora Contratada Doctora. Es Doctora Cum Laude por la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente su línea de investigación se centra en la tecnología educativa y la prevención de riesgos laborales para la transformación social. ID: <http://orcid.org/0000-0003-3790-2043>
E-mail: vanessa.escamilla@bureauveritas.com

Ruth Ballesteros Gómez. Responsable Académica de Bureau Veritas Formación. Es Doctora europea Cum Laude por la Universidad Rey Juan Carlos. Tiene un Máster en Dirección Internacional de empresas, PRL y Petroquímica. Acreditada como Profesora Contratada Doctora. Colabora en la línea de investigación de la tecnología educativa y la prevención de riesgos laborales para la transformación social. ID: <http://orcid.org/0000-0002-6327-7379>
E-mail: ruth.ballesteros@bureauveritas.com

Dirección
Bureau Veritas Formación
Valportillo 1ª, 22-24
Alcobendas, Madrid (España)

Fecha de recepción del artículo: 18/12/2019
Fecha de aceptación del artículo: 25/01/2020
Fecha de aprobación para maquetación: 07/03/2020

Desarrollo de un cuestionario de evaluación de la competencia docente en línea

(Development of an assessment questionnaire for on-line teaching competency)

Edna Luna Serrano

Alma Delia Hernández Villafañá

Universidad Autónoma de Baja California, UABC (México)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.27084>

Cómo referenciar este artículo:

Luna Serrano, E., y Hernández Villafañá, A. D. (2020). Desarrollo de un cuestionario de evaluación de la competencia docente en línea. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), pp. 307-328. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.27084>

Resumen

Evaluar la docencia con el fin de mejorar la calidad de la enseñanza implica reconocer su complejidad y contar con instrumentos de evaluación válidos que orienten hacia la mejora. El objetivo de este artículo es reportar el proceso de investigación que permitió desarrollar un cuestionario de evaluación formativa de la docencia en línea con base en la opinión de los estudiantes. Los participantes fueron seis expertos en el diseño e implementación de cursos en línea y un total de 2821 estudiantes universitarios. El método consistió en dos etapas: 1) Desarrollo del instrumento a través de fundamentación teórica sobre los elementos de la competencia docente en línea susceptibles de ser evaluados por estudiantes; elaboración de la matriz de especificación del cuestionario; validación de la matriz por el juicio de expertos y estudio piloto; 2) Aportación de evidencias de confiabilidad y validez incluyó la aplicación del cuestionario; cálculo de estadísticos descriptivos; análisis de unidimensionalidad por medio del modelo *Rasch*; determinación de la confiabilidad de los puntajes; análisis factorial exploratorio y confirmatorio. Se demostró que 28 reactivos evalúan el mismo constructo y se confirmaron dos factores: previsión del proceso de enseñanza y aprendizaje; y conducción y evaluación de la experiencia de enseñanza y aprendizaje; una varianza total de 70.01% y alpha ordinal de .998; un índice de ajuste RMSEA= .08, SRMR= .03, CFI= .91. Se concluye que los resultados corroboraron el fundamento teórico del instrumento con características psicométricas aceptables, por lo que se recomienda su aplicación.

Palabras clave: educación a distancia; evaluación formativa; evaluación del profesor; retroalimentación; calidad de la enseñanza.

Abstract

Evaluating teaching to improve the quality of education implies to recognize its complexity and to count with valid assessment instruments that lead to improvement. The objective of this article is to report the research process that allowed the development of a formative assessment questionnaire of on-line teaching based on the opinion of students. The participants were six experts on the design and implementation of on-line courses, and a total of 2821 university students. The method consisted of two stages: 1) Development of the instrument through theoretical background regarding the elements of the on-line teaching competencies that are susceptible of being evaluated by students; the making of the questionnaire specification matrix; matrix validation by experts judgment and pilot study; 2) Contribution of confidence evidence and validity included the application of the questionnaire; descriptive statistical calculations; unidimensional analysis through the *Rasch* model; establishment of the scores reliability; exploratory and confirmatory factorial analysis. It was demonstrated that 28 items evaluate the same construct and 2 factors were confirmed: forecast of the teaching-learning process and the conduction and evaluation of the teaching and learning experience; a total variance of 0.01% and alpha ordinal of 0.998; and adjustment index RMSEA=0.08; SRMR= 0.03, CF1=0.91. It was concluded that the results corroborated the instrument's theoretical background with acceptable psychometric characteristics so that its application is recommended.

Keywords: distance education; formative evaluation; assessment teacher; feedback; quality of teaching.

La evaluación de la docencia se asume como una práctica social con implicaciones de carácter público y privado, y repercusiones para la sociedad, las instituciones y los docentes (Red Iberoamericana de Investigadores sobre la Evaluación de la Docencia [RIIED], 2008). Requiere ser coherente con la filosofía institucional, con el modelo pedagógico que sustenta la práctica docente y con las condiciones particulares del contexto donde se realiza la evaluación, solo así, se logrará que los resultados de la evaluación sean útiles para mejorar la docencia.

La evaluación docente con base en los cuestionarios de opinión de los estudiantes es la estrategia de evaluación más empleada en las instituciones de educación superior (IES) de Norteamérica, Europa y Asia (Hornstein, 2017; Smith y Kubacka, 2017). Los principales propósitos relacionados a su uso aluden a la rendición de cuentas sobre la calidad de la enseñanza, a la toma de decisiones administrativas y a la retroalimentación de los maestros para mejorar los procesos de enseñanza (Nasser-Abu, 2107).

Por lo general, los cuestionarios integran los componentes de la enseñanza asociados a la efectividad docente susceptibles a la observación y juicio de los estudiantes (Darwin, 2017). Desde la década de los años noventa se observaron las limitaciones de incluir únicamente las dimensiones asociadas a la efectividad docente en los cuestionarios y la necesidad de incorporar los cambios contextuales propios

de cada situación educativa, en concreto, los planes de estudio por competencias y la educación a distancia (Benton y Cashin, 2014). En este sentido, se espera congruencia entre el instrumento de evaluación con la modalidad de enseñanza y modelo pedagógico que distingue a la práctica docente (validez de contenido).

Una particularidad de la enseñanza en línea es que tanto los materiales de estudio como la interacción entre docentes y estudiantes se realiza fundamentalmente a través de internet (García-Aretio, 2014). Esta circunstancia impone una compleja interacción entre el contenido, la pedagogía y la tecnología que los instrumentos de evaluación deben operacionalizar.

La importancia de la evaluación de la enseñanza en línea ha sido ampliamente documentada. Cabe precisar que la evaluación se ha orientado a los factores directamente relacionados con la calidad de la educación virtual, donde las dimensiones frecuentes son: el contexto institucional, la infraestructura tecnológica, los estudiantes y el docente (Luna, Ponce, Cordero y Cisneros-Cohernour, 2018). En el mismo sentido, los estrechamente relacionados con los cursos, a saber, el diseño, el contenido, el docente y el sistema de apoyo para estudiantes y docentes (McClary, 2013). Sin embargo, la investigación no ha centrado su interés en la actividad docente. Así, no se ha prestado suficiente atención al desarrollo y validación de instrumentos de evaluación de la docencia orientados a la mejora de la actividad. El objetivo de este artículo es reportar el proceso de investigación que permitió desarrollar un cuestionario de evaluación de la competencia docente en línea con base en la opinión de los estudiantes en educación superior.

La evaluación de la docencia es una tarea compleja, en específico en la docencia en línea se advierte la diversidad de roles asignados al docente, mismos que dependen de las características y tamaño de la institución y pueden ser desempeñados por más de una persona o figuras (planificadores de programas, responsables de guiar el aprendizaje, tutores, etc.). No obstante, por lo general la figura docente involucra la responsabilidad de conducir el curso, de tener presencia con los estudiantes proporcionando retroalimentación puntual y personalizada con cada estudiante y de evaluar los aprendizajes (McClary, 2013).

En la búsqueda de las cualidades esenciales que definen a la docencia en línea se han planteado diferentes aproximaciones. Una de las propuestas más aceptadas es el modelo TPACK [*Technological Pedagogical Content Knowledge*] (Mishra y Koehler, 2006), que propone la articulación de los componentes contenido, pedagogía y tecnología analizados en diadas: conocimiento pedagógico del contenido (PCK), conocimiento tecnológico y de contenido (TCK), conocimiento tecnológico pedagógico (TPK); y la integración en conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (TPCK). A partir de este modelo, García-Aretio (2014) planteó como elementos que definen a la docencia de calidad en línea: el compromiso disciplinar (contenidos); el compromiso pedagógico/didáctico que incluye la competencia metodológica, competencia comunicacional, competencia tutorial, competencia evaluadora; el compromiso tecnológico y el compromiso investigador e innovador.

Desde una perspectiva constructiva, social y comunicativa; Mauri y Onrubia (2008) plantearon las competencias de diseño de la interactividad tecnológica, diseño de la interactividad pedagógica y desarrollo o uso tecnopedagógico. El Modelo de Evaluación de Competencias Docentes en Línea (MECDL) de García-Cabrero et al. (2018) operacionaliza mediante competencias e indicadores los planteamientos teóricos y conceptuales derivados de modelos sustentados en el constructivismo socio-cultural, el constructivismo social y el conectivismo. En particular del Modelo de Comunidad de Indagación (CoI), incluye elementos relacionados con las categorías Presencia Docente, Presencia Cognitiva y Presencia Social (Garrison, Anderson y Archer, 2000), asimismo la Presencia Emocional (Cleveland-Innes y Campbell, 2012). Además, del Modelo Conversacional de Laurillard (2002) lo alusivo a la conversación entre el docente y los alumnos, los planteamientos derivados de los modelos de diseño instruccional para ambientes virtuales, tales como proporcionar retroalimentación oportuna y facilitar el desarrollo paulatino de la autonomía del alumno; tanto como los modelos flexibles de enseñanza en lo relativo a adaptar las actividades de acuerdo con las necesidades individuales o grupales de los alumnos. Incluye la dimensión previsión del proceso de enseñanza-aprendizaje (con 5 competencias y 27 indicadores); conducción del proceso de enseñanza-aprendizaje (con 3 competencias y 40 indicadores); y valoración del impacto del proceso enseñanza-aprendizaje (con una competencia y 6 indicadores). Con la característica de que es un modelo validado para las IES mexicanas. Además, se formuló como un marco de referencia conceptual para orientar la práctica docente, su evaluación y formación del profesorado virtual.

Evaluación docente en línea con base en los cuestionarios de opinión de los estudiantes

Las dimensiones de evaluación utilizadas en los cuestionarios de evaluación de docencia en línea por los alumnos reflejan la aproximación teórica sobre la enseñanza en línea que se privilegia. Entre los cuestionarios publicados con evidencias psicométricas se destacan los siguientes.

En Estados Unidos, el diseñado por Bangert (2008) “*Student Evaluation of Online Teaching effectiveness*” (SEOTE) fue desarrollado con el propósito de probar la aplicabilidad a la enseñanza en línea de los Siete Principios de Buenas Prácticas en la Educación de Pregrado de Chickering y Gamson (1987), que se fundamentaron en la aproximación constructivista del aprendizaje, y son los siguientes: 1) promover la interacción profesor-estudiante, 2) alentar la cooperación entre los estudiantes, 3) alentar el aprendizaje activo, 4) proporcionar retroalimentación oportuna, 5) enfatizar el tiempo de las tareas, 6) comunicar altas expectativas y 7) respetar los diversos talentos y formas de aprendizaje de los estudiantes. El SEOTE incluye las dimensiones: interacción profesor-estudiante; aprendizaje activo; tiempo de respuesta y cooperación entre estudiantes con un total de 23 reactivos. La adaptación

del SEOTE al contexto canadiense arrojó tres factores: instructor, interacción y curso específico con 24 reactivos (Ravenscroft, Luhanga y King, 2017). También, Baldwin y Trespalacions (2017) estudiaron 28 instrumentos con el fin de identificar cuáles son los Principios de Buenas Prácticas más utilizados. En orden descendente se ubicaron: promover la interacción profesor-estudiante (85%), alentar la cooperación entre estudiantes (75%) y alentar el aprendizaje activo (57%). Por el contrario, los menos empleados resultaron: proporcionar retroalimentación oportuna (29%), comunicar altas expectativas (14%) y el tiempo de las tareas (4%).

El cuestionario de Arbaugh et al. (2008) se desarrolló con base en el modelo conceptual para el aprendizaje en línea de CoI que se fundamenta en una perspectiva constructivista-colaborativa. Por lo tanto, operacionaliza los componentes centrales de CoI: la *presencia social*, definida como la habilidad de los participantes de proyectar características personales y aparecer ante los otros como personas reales, engloba tres categorías (comunicación abierta, cohesión del grupo y proyección personal afectiva) lo que facilita el establecimiento de un entorno de apoyo que genera comodidad y seguridad para expresar ideas en un contexto colaborativo; la *presencia cognitiva*, alude al grado en el cual los participantes son capaces de construir significados a través de comunicación sustantiva, incorpora las categorías *desencadenar eventos*, exploración de ideas, integración y resolución; la *presencia docente*, incluye las categorías de diseño instruccional, facilitación de la discusión y colaboración e instrucción directa (Garrison et al., 2000). Los análisis psicométricos fundamentaron el constructo presencia docente con dos factores: diseño y organización del curso, así como comportamiento del instructor durante el curso, con una solución de 34 reactivos. La adaptación de este cuestionario al idioma turco corroboró su estructura (Olpak y Kilic, 2018). Los instrumentos antes mencionados se distinguen porque fueron desarrollados en idioma inglés, para ser utilizados de forma institucional y cuentan con evidencias de validez. Cabe precisar que no se encontraron publicados instrumentos desarrollados en español.

MÉTODO

Participantes

Se contó con la colaboración de dos grupos de participantes: expertos en el diseño e implementación de cursos en línea y estudiantes.

Grupo de expertos. El grupo se conformó por seis especialistas adscritos a distintas universidades mexicanas. La selección de los participantes se realizó con base en su experiencia y trayectoria académica. Así mismo, se procuró incluir expertos de diversas especialidades en el campo de la educación en línea. Por ello, se incluyó un experto con más de 25 años de experiencia en docencia, gestión e investigación de modelos educativos en línea; un especialista en innovación educativa y ambientes *e-learning*; uno en diseño instruccional y desarrollo de *software*

educativo; en formación y evaluación de la docencia en línea; otro con experiencia en la administración de programas en línea a nivel institucional y un especialista en psicometría.

Estudiantes. Se buscó representatividad de la población de estudiantes inscritos en los cursos en línea de los programas de las diferentes áreas de conocimiento de la universidad. Así, por un lado, en el estudio piloto, los puntajes corresponden a una muestra autoseleccionada de 296 estudiantes distribuidos en los tres campus de la universidad; y, por otro lado, en la etapa de aportación de evidencias de validez los puntajes analizados pertenecen a una muestra autoseleccionada de 2525 estudiantes (quienes representan el 37.25%) de la población que se encontraba inscrita en el segundo periodo semestral de 2017 en los cursos en línea de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) en México. El 54% de sexo femenino y 46% de masculino, con una media aritmética de 20 años. La distribución por áreas del conocimiento de los estudiantes fue: ingeniería y tecnología 29%; ciencias agropecuarias 4%; ciencias de la salud 11%; ciencias naturales y exactas 1%, educación y humanidades 38% y ciencia sociales y administrativas 17%.

Diseño

Corresponde a un estudio transversal de tipo descriptivo.

Materiales

Modelo de Evaluación de Competencias Docentes en Línea [MECDL] (García-Cabrero et al., 2018). El MECDL contiene tres dimensiones: previsión del proceso enseñanza-aprendizaje, conducción del proceso enseñanza-aprendizaje y valoración del impacto del proceso enseñanza-aprendizaje.

Formulario de valoración de los reactivos. Incluyó una revisión general del constructo, análisis de contenido de cada reactivo, y valoración de aceptar, modificar o eliminar un reactivo (Sireci y Faulker-Bond, 2014).

Formulario de validación para los jueces. El formulario se utilizó de forma impresa y en hojas de cálculo de *Google*. Los criterios establecidos para la validación de los ítems fueron los que, comúnmente, se usan en este tipo de trabajos: claridad, relevancia y congruencia. Para la validación de las competencias, el criterio fue el grado de suficiencia de los ítems y la inclusión de los ítems necesarios para evaluar cada competencia. Se empleó una escala del 1 al 4 para todos los casos, donde 1 representa la mínima valoración y 4 la máxima. Además, a cada experto se le otorgó el equipo de cómputo que requería para realizar el proceso de validación.

Procedimiento

El trabajo se desarrolló en dos etapas que, a continuación, se describen.

Etapas 1. Desarrollo del cuestionario

Fase 1. Fundamentación teórica sobre los elementos de la competencia docente en línea susceptibles de ser evaluados por estudiantes. Con el fin de analizar la teoría sustantiva que fundamenta la competencia docente en línea y su evaluación, se realizó una búsqueda de modelos de evaluación e instrumentos de evaluación de la docencia en línea con base en la opinión de los estudiantes de 2000 a 2018, en las bases de datos Elsevier y Proquest, Eric, Scopus, SAGE, EBSCO, Google Académico y Google.

Fase 2. Elaboración de la matriz de especificación del Cuestionario de Evaluación de la Competencia Docente en Línea (CECDL). La matriz se organizó de acuerdo con la estructura del MECDL en dimensiones con sus respectivas competencias, de los indicadores se seleccionaron los valorados como apropiados para ser evaluados por los estudiantes, a partir de los cuales se elaboraron los reactivos.

Fase 3. Validación de la matriz de especificación del cuestionario. Se llevó a cabo en dos momentos: 1) El psicómetra valoró los componentes de la matriz (competencias, indicadores y reactivos) con base en el formulario de valoración de los reactivos. Posteriormente, el resultado se sometió al juicio de los expertos en enseñanza en línea. 2) La sesión de validación se realizó a manera de seminario, a cada experto se le entregó el formato de validación de forma impresa, y en formato electrónico en hojas de cálculo de Google. Para ello, se dispuso del equipo de cómputo necesario para cada participante. Se valoraron tres elementos: 1) claridad del reactivo, se refiere al grado en que comunica de manera objetiva el enunciado; 2) relevancia del reactivo, es el grado en que puede ser contestado por el estudiante; 3) congruencia, alude al grado en que los reactivos se corresponden lógicamente con la competencia a la que pertenecen.

Primero se valoró la dimensión de *Previsión*, seguida de *Conducción* y, al final, *Valoración*. Los expertos evaluaron de manera individual y registraron en la hoja de cálculo el puntaje otorgado a cada reactivo de forma sincrónica. Además, se tuvo la posibilidad de agregar comentarios sobre los reactivos. Por último, se procedió a la revisión grupal de los reactivos con una puntuación por abajo de 2.5 conforme a la escala, las modificaciones se acordaron por consenso. De esta manera, se buscó el acuerdo inter-subjetivo del grupo de expertos en relación con los ajustes a realizar (Bakieva, Jornet, González-Such y Leyva, 2018).

Fase 4. Estudio piloto. El cuestionario se envió a través de la Coordinación del Centro de Educación Abierta y a Distancia a 500 estudiantes inscritos en los cursos en línea del primer periodo semestral de 2017. Se realizaron análisis descriptivos

(mediana, media y desviación estándar de los ítems); se calcularon los índices de consistencia interna (alfa ordinal) y el coeficiente de correlación punto biserial.

Etapas 2. Aportación de evidencias confiabilidad y validez

Fase 1. Aplicación del cuestionario. El cuestionario fue capturado en una plataforma diseñada *ex profeso* y enviado vía correo electrónico institucional a 6777 estudiantes (todos los estudiantes inscritos en los cursos en línea que ofertó la UABC durante el segundo periodo semestral de 2017).

Fase 2. Integración de la base de datos y análisis descriptivos. Los puntajes fueron integrados en una base de datos en el *software Statistical Package for the Social Sciences* [SPSS] versión 21. Conforme al cuestionario, se establecieron 28 variables y el número de datos fueron 2525. Se obtuvieron los estadísticos descriptivos referente al número de casos, frecuencias, porcentajes, media aritmética y desviación estándar de los puntajes.

Fase 3. Análisis de unidimensionalidad. La unidimensionalidad fue determinada por medio del modelo *Rasch* por sus propiedades de invarianza y escala de intervalo (Tabatabaee-Yazdi, Motallebzadeh, Ashraf y Baghaei, 2018). Este análisis se realizó en el *software Winsteps* versión 3.81.0, obteniendo los índices de dificultad de los ítems y el ajuste de los datos al modelo.

Fase 4. Análisis de consistencia interna. El coeficiente de consistencia interna para medir la confiabilidad de los puntajes fue el alfa ordinal. Se determinó por medio del *software RStudio* con el paquete *Psych*. Las variables del cuestionario fueron ordinales, por lo tanto, se optó por las correlaciones policóricas dado que representan una estimación más precisa de confiabilidad (Domínguez-Lara, 2018).

Fase 5. Análisis factorial exploratorio (AFE). El AFE se realizó en el *software* SPSS con la finalidad de reducir el número de variables observadas en un número mínimo de factores (Verma, 2019). De la muestra se seleccionó una submuestra aleatoria aproximada al 50% de los datos, conformada por 1278 datos con los cuales se calculó el AFE.

Fase 6. Análisis factorial confirmatorio (AFC). El AFC se ejecutó con el *software EQS 6.1*, este análisis se enfoca en la relación subyacente entre los factores latentes que dan evidencia de una teoría sobre estos factores (Finch y French, 2019). La submuestra fue de 1243 datos determinada en el *software* SPSS tal como se describe en el AFE.

RESULTADOS

El diseño del cuestionario se fundamentó en el MECDL (García-Cabrero et al., 2018) en virtud de la fundamentación teórica que lo sustenta y por haber sido desarrollado para el contexto de enseñanza de México. En este sentido, se consideró como el modelo hipotético. Por tanto, la primera matriz de especificaciones del

cuestionario quedó integrada por las tres dimensiones, las nueve competencias del MECDL y 84 reactivos.

Validación de la matriz de especificación del cuestionario. Los comentarios de los expertos se concentraron en cuatro categorías: 1) se incluyen muchos ítems; 2) presenta contenido repetido entre las dimensiones; 3) uso de lenguaje especializado con términos técnicos difícil de comprender por los estudiantes; y 4) se sugiere seleccionar los ítems esenciales plausibles de ser evaluados por los estudiantes. Se revisaron todos los ítems y con base en el consenso, se procedió a eliminar los ítems considerados repetidos, a modificar la redacción eliminando los términos técnicos, e incluir solo los ítems cuyo contenido se considera esencial y factible de ser valorado por los estudiantes. La tabla 1 presenta un concentrado de los resultados del proceso de validación. El producto de esta fase fue la segunda versión del cuestionario que incluye 28 reactivos distribuidos en las tres dimensiones.

Tabla 1. Resultados del proceso de validación de contenido de la tabla de especificaciones

	Previsión del proceso enseñanza- aprendizaje	Conducción del proceso enseñanza- aprendizaje			Evaluación del impacto del proceso de enseñanza- aprendizaje	
Comentarios principales sobre los ítems	Muchos ítems. Contenido repetido. Ítems muy especializados (lenguaje técnico y difícil para los estudiantes).	Muchos ítems. Contenido repetido con previsión. Ítems muy especializados (lenguaje técnico y difícil para los estudiantes). Seleccionar ítems esenciales que el estudiante pueda valorar.			Muchos ítems. Contenido repetido con previsión o Conducción. Ítems muy especializados (lenguaje técnico y difícil para los estudiantes). Seleccionar ítems que el estudiante pueda valorar.	
Criterio al que corresponden los ítems con puntuación menor a 2.5	C	C	R	Co	C	S
Ítems revisados	27	44			14	
Ítems resultantes	8	17			3	

Nota: C: claridad; R: relevancia; Co: congruencia; S: suficiencia.

Fase 4. Estudio piloto. Los resultados derivados del estudio piloto fundamentaron continuar con la siguiente etapa. En la Etapa de Aportación de Evidencias de Confiabilidad y Validez, los puntajes proceden de 2525 estudiantes que contestaron completamente el cuestionario, equivalentes al 37.25% de la población inscrita en los cursos en línea que oferta la universidad.

Análisis de unidimensionalidad. La estimación de las propiedades del cuestionario arrojó que, de los 28 ítems, 27 registraron índices de ajuste estables del INFIT y del OUTFIT dado que se ubicaron entre el 0.5 al 1.5 (Linacre, 2002), con excepción del ítem 1 (Estableció la relación de la asignatura con el campo profesional) y el 22 (Realiza una evaluación diagnóstica al inicio de la asignatura), además éste registró el mayor índice de nivel de dificultad (ver tabla 2).

Tabla 2. Ajuste de los valores del análisis de unidimensionalidad

Ítem	Correlación punto biserial	Discriminación del reactivo	Dificultad del reactivo	Ajuste cercano	Ajuste lejano
1	0.86	0.71	0.20	1.15	1.65
2	0.91	0.93	-0.56	1.00	1.29
3	0.90	0.93	-0.31	1.02	1.17
4	0.91	0.79	-0.49	1.26	1.39
5	0.92	1.03	-0.29	0.96	1.00
6	0.88	0.75	-0.38	1.25	1.56
7	0.91	1.03	-0.42	0.96	0.96
8	0.90	1.00	-0.49	1.01	1.01
9	0.90	1.23	-0.48	0.73	0.75
10	0.90	1.16	-0.24	0.81	0.81
11	0.93	1.30	-0.11	0.65	0.67
12	0.90	1.15	0.21	0.80	0.83
13	0.90	1.00	0.71	0.96	1.04
14	0.91	1.11	0.43	0.85	0.93
15	0.90	0.90	1.04	1.10	1.10
16	0.91	1.07	0.39	0.93	0.94
17	0.92	1.23	-0.06	0.76	0.69
18	0.92	1.20	-0.09	0.78	0.80
19	0.93	1.19	0.37	0.81	0.76
20	0.92	1.20	0.29	0.80	0.73
21	0.92	1.11	0.52	0.90	0.87
22	0.80	-0.48	1.68	2.35	2.40
23	0.84	0.96	-1.12	1.07	0.98
24	0.91	1.02	0.51	0.96	0.98

Ítem	Correlación punto biserial	Discriminación del reactivo	Dificultad del reactivo	Ajuste cercano	Ajuste lejano
25	0.92	1.17	0.48	0.83	0.88
26	0.92	1.01	-1	1.00	1.02
27	0.96	1.02	-0.47	0.98	1.00
28	0.95	1.21	-0.32	0.76	0.75

Análisis de consistencia interna. La consistencia interna (alfa ordinal) del cuestionario registró un índice de .998, la dimensión de Previsión del proceso de enseñanza-aprendizaje presentó un alfa ordinal de .967, la dimensión Conducción del proceso de enseñanza-aprendizaje de .986 y la dimensión Evaluación del impacto del proceso enseñanza-aprendizaje .953 (ver tabla 3).

Tabla 3. Índices de consistencia interna (alfa ordinal)

	Alfa ordinal	
	CECDL	.998
Dimensión	Previsión	.997
	Conducción	.986
	Evaluación	.953

Análisis factorial exploratorio (AFE). El AFE se realizó con el método de extracción de componentes principales, aplicándose rotación ortogonal *Varimax* con normalización *Kaiser* con coeficientes mayores a 0.40. Los factores fueron nombrados con base a las cargas factoriales y al modelo teórico que sustenta al cuestionario. Los resultados arrojan la agrupación de los datos en dos factores que explican el 70.01% de la varianza. El Factor 1 coincide con la dimensión de *Previsión del proceso de enseñanza-aprendizaje*. Aquí se ubicaron los 8 ítems de esta dimensión, un ítem de *Conducción de la experiencia de enseñanza-aprendizaje* y otro ítem de *Valoración del impacto del proceso de enseñanza-aprendizaje*, por lo tanto, el Factor 1 se denominó con el mismo nombre. El Factor 2 se integró por la mayoría de los ítems de la dimensión de *Conducción de la experiencia de enseñanza-aprendizaje* y por los dos ítems restantes de *Valoración del impacto del proceso de enseñanza-aprendizaje*. Este Factor se denominó *Conducción y Evaluación de la experiencia de enseñanza y aprendizaje* (ver tabla 4).

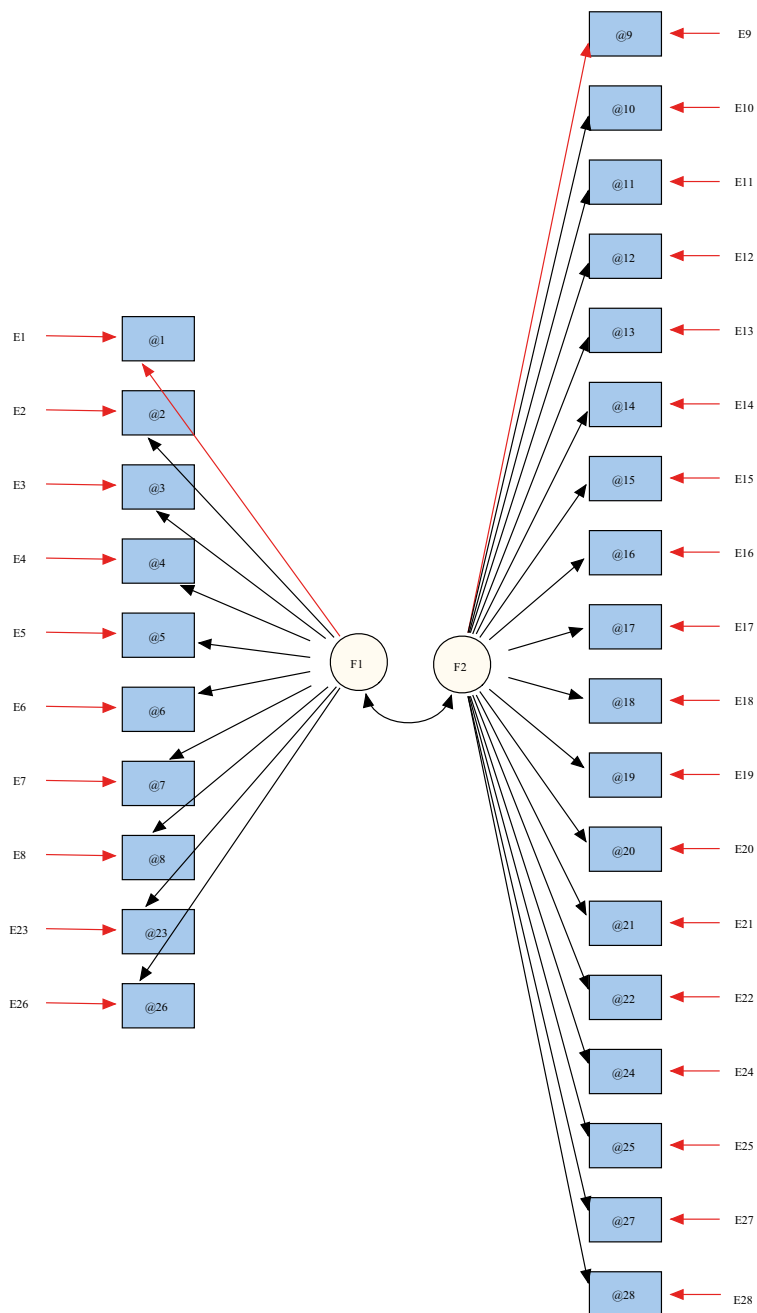
Tabla 4. Cargas factoriales por cada factor

Ítem	Factores	
	1	2
2. Estableció las metas de aprendizaje para la asignatura.	.764	
4. Estableció al inicio del curso un cronograma detallado de actividades (por ejemplo, períodos de trabajo, fechas de entrega de tareas individuales y grupales, exámenes).	.754	
5. Acordó al inicio de la asignatura las reglas de interacción en medios digitales sustentadas en valores universales.	.742	
3. Seleccionó materiales digitales pertinentes en contenido para las actividades de aprendizaje.	.738	
7. Presentó en cada unidad instrucciones detalladas para su desarrollo (por ejemplo, propósitos de las actividades, dinámicas de trabajo).	.721	
23. Hace un correcto uso del lenguaje.		
6. Definió las reglas de trabajo para evitar el plagio.	.693	
26. Respeta los criterios de evaluación presentados al inicio del curso.	.690	
8. Incluye en las actividades el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (videos, wikis, blogs, aplicaciones web, software) acordes a mis posibilidades de aprendizaje.	.686	
1. Estableció la relación de la asignatura con el campo profesional.	.613	
15. Proporciona retroalimentación de forma personalizada a través de la plataforma.		.797
24. Mantiene comunicación continua con los estudiantes a través de los medios de interacción de la plataforma.		.773
25. Retroalimenta de forma oportuna el desarrollo de las actividades de aprendizaje.		.768
21. Fomenta el sentido de bienestar en el grupo.		.767
19. Orienta a los estudiantes cuando existen dudas o problemas con el manejo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (por ejemplo, aplicaciones web y la plataforma) que se utilizan en el curso.		.746
13. Aclara las dudas de forma oportuna.		.744
22. Realiza una evaluación diagnóstica al inicio de la asignatura.		.736
20. Fomenta que los estudiantes reflexionen sobre sus experiencias de aprendizaje.		.708
16. Estructura actividades de aprendizaje que propician la colaboración entre los estudiantes.		.707
14. Ajusta las actividades de aprendizaje de acuerdo con las necesidades de los estudiantes.		.691
12. Promueve la aplicación de los aprendizajes en la solución de problemas reales.		.633
11. Promueve el desarrollo de las actitudes señaladas en la asignatura.		.578

Ítem	Factores	
	1	2
17. Utiliza materiales digitales en diversos formatos para enriquecer la experiencia de aprendizaje.		.576
18. Verifica que los materiales digitales seleccionados para cada actividad de aprendizaje estén accesibles de forma oportuna.		.565
28. Utiliza diversas estrategias para la evaluación del curso acordes con los objetivos de aprendizaje.		.535
27. Realiza una evaluación final congruente con las actividades de aprendizaje realizadas durante el curso.		.474
10. Facilita los materiales necesarios para desarrollar los conocimientos propuestos en la asignatura		.460
9. Implementa actividades de aprendizaje acordes con los propósitos de la asignatura.		.449
Total de reactivos	28	

Análisis factorial confirmatorio (AFC). El AFC fue configurado conforme al modelo del análisis anterior. Se utilizó el método de estimación de Máxima Verosimilitud (por sus siglas en inglés ML). La figura 1 muestra el esquema del modelo, los círculos representan los factores y los rectángulos las 28 variables. La flecha bidireccional simboliza la covarianza entre el factor 1 y 2 (variables latentes) y las flechas unidireccionales representan la influencia del factor o dimensión sobre el ítem (variable observada).

Figura 1. Esquema del modelo del AFC



Los resultados del análisis, basado en el modelo de dos factores, se ajustan bien a los datos. Los índices reflejan que la raíz del residuo cuadrático promedio de aproximación (RMSEA) fue de .08, la raíz del residuo cuadrático promedio estandarizado (SRMR) fue .03. El índice de bondad de ajuste comparativo (CFI) es del orden .91 (ver tabla 5). Los índices de bondad de ajuste expuestos otorgan elementos que confirman el modelo propuesto.

Tabla 5. Índices de ajuste del modelo del Factor 1 y 2

Índice	Criterio	Modelo F1 y F2
rmsea	$\leq .08$	.08
cfi	Cercano a .95	.91
srmr	< 0.05	.03

El modelo quedó conformado por dos factores y 28 reactivos, que corresponden a ocho competencias (ver tabla 6). En comparación con el modelo original, se eliminó la competencia “definir criterios y actividades de evaluación y acreditación del curso” (García-Cabrero et al., 2018, p. 354).

Tabla 6. Estructura final del CECDL

Dimensiones	Competencias	Ítems
Previsión del proceso de enseñanza y aprendizaje	Plantear el enfoque de la asignatura	1. Estableció la relación de la asignatura con el campo profesional.
		2. Estableció las metas de aprendizaje para la asignatura.
	Planear el curso de la asignatura	3. Seleccionó materiales digitales pertinentes en contenido para las actividades de aprendizaje.
		4. Estableció al inicio del curso un cronograma detallado de actividades (por ejemplo, períodos de trabajo, fechas de entrega de tareas individuales y grupales, exámenes).
		5. Acordó al inicio de la asignatura las reglas de interacción en medios digitales sustentadas en valores universales.
		6. Definió las reglas de trabajo para evitar el plagio.
	Diseñar experiencias de aprendizaje	7. Presentó en cada unidad instrucciones detalladas para su desarrollo (por ejemplo, propósitos de las actividades, dinámicas de trabajo).

Dimensiones	Competencias	Ítems
	Demostrar dominio amplio de uso y selección de TIC pertinentes para la enseñanza aprendizaje	8. Incluye en las actividades el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (videos, wikis, blogs, aplicaciones web, software) acordes a mis posibilidades de aprendizaje.
	Utilizar formas de comunicación adecuadas para apoyar el trabajo académico	23. Hace un correcto uso del lenguaje.
	Utilizar formas adecuadas para valorar los procesos de enseñanza, aprendizaje autorregulado y colaborativo en línea, así como su impacto	26. Respeta los criterios de evaluación presentados al inicio del curso.
Conducción y Evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje	Gestionar la progresión de los aprendizajes	9. Implementa actividades de aprendizaje acordes con los propósitos de la asignatura.
		10. Facilita los materiales necesarios para desarrollar los conocimientos propuestos en la asignatura.
		11. Promueve el desarrollo de las actitudes señaladas en la asignatura.
		12. Promueve la aplicación de los aprendizajes en la solución de problemas reales.
		13. Aclara las dudas de forma oportuna.
		14. Ajusta las actividades de aprendizaje de acuerdo con las necesidades de los estudiantes.
		15. Proporciona retroalimentación de forma personalizada a través de la plataforma.
	Diseñar experiencias de aprendizaje	16. Estructura actividades de aprendizaje que propician la colaboración entre los estudiantes.

Dimensiones	Competencias	Ítems
	Llevar a cabo la interacción didáctica orientada a incrementar la motivación y las expectativas de resultados	17. Utiliza materiales digitales en diversos formatos para enriquecer la experiencia de aprendizaje.
		18. Verifica que los materiales digitales seleccionados para cada actividad de aprendizaje estén accesibles de forma oportuna.
		19. Orienta a los estudiantes cuando existen dudas o problemas con el manejo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (por ejemplo, aplicaciones web y la plataforma) que se utilizan en el curso.
		20. Fomenta que los estudiantes reflexionen sobre sus experiencias de aprendizaje.
		21. Fomenta el sentido de bienestar en el grupo.
		22. Realiza una evaluación diagnóstica al inicio de la asignatura.
	Utilizar formas de comunicación adecuadas para apoyar el trabajo académico.	24. Mantiene comunicación continua con los estudiantes a través de los medios de interacción de la plataforma.
		25. Retroalimenta de forma oportuna el desarrollo de las actividades de aprendizaje.
	Utilizar formas adecuadas para valorar los procesos de enseñanza, aprendizaje autorregulado y colaborativo en línea, así como su impacto.	27. Realiza una evaluación final congruente con las actividades de aprendizaje realizadas durante el curso.
		28. Utiliza diversas estrategias para la evaluación del curso acordes con los objetivos de aprendizaje.

La Tabla 7 sintetiza las propiedades generales del CECDL.

Tabla 7. Propiedades del CECDL

Propiedades	Descripción
Nombre del cuestionario	Cuestionario de evaluación de la Competencia Docente en Línea
Población objetivo	Estudiantes inscritos en cursos en línea
Usuarios	Directivos y docentes
Uso de los resultados	Evaluación formativa
Vía de administración	Plataforma en línea

Propiedades		Descripción
Dimensiones		Ítems
Previsión del proceso de enseñanza y aprendizaje		10
Conducción y Evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje		18
Total de ítems		28
Tipo de respuesta		Nunca Pocas veces Frecuentemente Siempre

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este trabajo reconoce la necesidad de contar con instrumentos de evaluación de la competencia docente válidos, confiables y pertinentes al contexto educativo. Aun cuando los cuestionarios de evaluación de la docencia por los estudiantes tienen una larga tradición y uso generalizado, es incipiente la investigación y diseño de cuestionarios para evaluar la modalidad de enseñanza por competencias y, particularmente, la modalidad de enseñanza en línea (Benton y Cashin, 2014). De manera generalizada, se reconoce que las instituciones de educación superior, ante la necesidad de contar con instrumentos de evaluación de la docencia, recurren al desarrollo de instrumentos sin seguir un riguroso proceso de diseño que demuestre su validez. Lo cual repercute en minimizar la posibilidad de retroalimentar la práctica docente de forma coherente con el modelo pedagógico, modalidad de enseñanza y contexto institucional (RIED, 2008).

Al incorporar los principios de enseñanza por competencias de la modalidad en línea, en la elaboración de los instrumentos de evaluación docente; se busca congruencia entre la evaluación y las demandas institucionales. Al mismo tiempo, la utilización de metodologías robustas para la acumulación de evidencias de validez de constructo abona a la validación teórica del mismo. De esta manera, los puntajes derivados de los cuestionarios representarán información válida para la retroalimentación de la práctica docente y la toma de decisiones.

El desarrollo del CECDL permitió operacionalizar en elementos medibles por los estudiantes los planteamientos teóricos de modelos propios de la modalidad de enseñanza en línea y por competencias integrados en el MECDL (García-Cabrero et al., 2018). Su diseño se llevó a cabo desde la perspectiva de evaluación de competencias por medio de indicadores, que asume que es posible el desglose de las competencias para su evaluación (Denyer, Furnemont, Poulain y Vanloubbeeck, 2007). Los resultados corroboraron el fundamento teórico del instrumento con medidas aceptables de validez. Por tanto, se superó una de las recurrentes limitaciones de los instrumentos de evaluación de la docencia que es su escasa fundamentación teórica y la exigua utilización de métodos psicométricos (Oon, Spencer y Chun, 2017).

El CECDL fue diseñado para ser utilizado de forma institucional en una universidad pública mexicana con el fin de retroalimentar la práctica docente, permite interpretaciones válidas y confiables, por lo tanto, se recomienda su aplicación. Con ello, el objetivo de este trabajo se cumplimentó.

Si bien, la investigación sobre los cuestionarios de opinión de los estudiantes ha demostrado su validez de constructo y confiabilidad (Linse, 2017) persiste un amplio cuestionamiento sobre el uso de los puntajes, la interpretación de los resultados y sus consecuencias (Benton y Cashin, 2014), lo que alude al proceso de validez relacionado con el impacto en la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje (validez de consecuencias). Por lo que cabe resaltar la persistente necesidad de vincular los resultados de la evaluación a estrategias de formación permanente *ad hoc* a las condiciones del profesorado.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento otorgado al proyecto “Desarrollo y Validación de un Modelo de Evaluación de Competencias Docentes en Línea en Educación Superior” por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente en 2015. Asimismo, se reconoce el valioso apoyo otorgado por el Centro de Educación Abierta y a Distancia- UABC.

REFERENCIAS

- Arbaugh, J. B., Cleveland-Innes, M., Diaz, S. R., Garrison, R., Ice, P., Richardson, J. C., y Swan, K. P. (2008). Developing a community of inquiry instrument: Testing a measure of Community of Inquiry framework using a multi-institutional sample. *Internet and Higher Education*, 11, 133-136. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2008.06.003>
- Bakieva, M., Jornet, J., González-Such, J., y Leyva, Y. (2018). Colegialidad docente: evidencias de validación a partir del análisis realizado por comités de expertos acerca del instrumento para autoevaluación docente en España y México. *Estudios sobre Educación*, 34, 99-127. <https://doi.org/10.15581/004.34.99-127>
- Baldwin, S., y Trespalacios, J. (2017). Evaluation instruments and good practices in online education. *Online Learning*, 21(2). <http://dx.doi.org/10.24059/olj.v21i2.913>
- Bangert, A. W. (2008). The Development and Validation of the Student Evaluation of Online Teaching Effectiveness. *Computers in the Schools*, 25 (1-2), 25-47. <https://doi.org/10.1080/07380560802157717>
- Benton, S. L., y Cashin, W. E. (2014). Student ratings of instruction in college and university courses. En M. B. Paulsen, (Ed.), *Higher Education: Handbook of Theory and Research, Volume 29* (279-326). Springer Science+Business Media Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8005-6_7
- Chickering, A. W., y Gamson, Z. F. (1987). Seven principles for good practice in undergraduate education. *AAHE Bulletin*, 3-7. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=ED282491>

- Cleveland-Innes, M., y Campbell, P. (2012). Emotional presence, learning, and the online learning environment. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 13(4), 269-292. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v13i4.1234>
- Darwin, S. (2017). What contemporary work are student ratings actually doing in higher education? *Studies in Educational Evaluation*, 54, 13-21. <https://dx.doi.org/10.1016/j.stueduc.2016.08.002>
- Denyer, M., Furnemont, J., Poulain, R., y Vanloubbeeck, G. (2007). *Las competencias en la educación, un balance*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Domínguez-Lara, S. (2018). Fiabilidad y alfa ordinal. *Actas Urológicas Españolas*, 42(2), 140-141. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2017.07.002>
- Finch, W. H., y French, B. F. (2019). Exploratory and Confirmatory Factor Analysis. En *Educational and Psychological Measurement* (135-169). Routledge.
- García-Aretio, L. (2014). *Bases, tendencias y futuro de la educación a distancia en la sociedad digital*. España: Síntesis.
- García-Cabrero, B., Luna, E., Ponce, S., Cisneros-Cohemour, E., Cordero, G., y Espinoza, J. (2018). Las competencias docentes en entornos virtuales: un modelo para su evaluación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 343-365. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.18816>
- Garrison, D. R., Anderson, T., y Archer, W. (2000). Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. *The Internet and Higher Education*, 2(2), 87-105. Recuperado de http://auspace.athabascau.ca/bitstream/2149/739/1/critical_inquiry_in_a_text.pdf
- Hornstein, A. (2017). Student evaluations of teaching are an inadequate assessment tool for evaluating faculty performance. *Cogent Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1304016>
- Laurillard, D. (2002). Rethinking teaching for the knowledge society. *EDUCAUSE review*, 37(1), 16-24. Recuperado de <https://www.educause.edu/ir/library/pdf/ffpiu017.pdf>
- Linacre, J. M. (2002). What do infit and outfit, mean-square and standardized mean? *Rasch Measurement Transactions*, 16(2), 878. Recuperado de <https://www.rasch.org/rmt/rmt162f.htm>
- Linse, A. R. (2017). Interpreting and using student ratings data: Guidance for faculty serving as administrators and on evaluation committees. *Studies in Educational Evaluation*, 54, 94-106. <http://dx.doi.org/10.1016/j.stueduc.2016.12.004>
- Luna, E., Ponce, S., Cordero, G., y Cisneros-Cohernour, E. (2018). Marco para evaluar las condiciones institucionales de la enseñanza en línea. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(2), 1-14. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.2.2072>
- Mauri, T., y Onrubia, J. (2008). El profesor en entornos virtuales: condiciones, perfil y competencias. En C. Coll y C. Monereo, (Eds.), *Psicología de la educación virtual* (132-152). Morata.
- McClary, J. (2013). Factor in High quality distance Learning Courses. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 16 (2), 230-256. Recuperado de <https://www.westga.edu/~distance/ojdla/summer162/mcclary162.html>
- Mishra, P., y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/p/99246/>
- Nasser-Abu, F. (2017). Guest editor introduction to special issue "Contemporary evaluation of teaching: hallenges and promises".

- Studies in Educational Evaluation*, 54, 1-3. <http://dx.doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.02.002>
- Olpak, Y. Z., y Kilic, E. (2018). Examining the reliability and validity of a Turkish version of the community of inquiry survey. *Online Learning*, 22(1), 147-161. <http://dx.doi.org/10.24059/olj.v22i1.990>
- Oon, P. T., Spencer, B., y Chun, S. K. (2017). Psychometric quality of a student evaluation of teaching survey in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 42(5), 788-800. <https://doi.org/10.1080/02602938.2016.1193119>
- Ravenscroft, B., Luhanga, U., y King, B. (2017). Adapting Bangert's online teaching effectiveness evaluation tool to a Canadian context. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(4), 355-363. <https://doi.org/10.1080/14703297.2016.1231618>
- Red Iberoamericana de Investigadores sobre la Evaluación de la Docencia [RIIED]. (2008). Reflexiones sobre el diseño y puesta en marcha de programas de evaluación de la docencia. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 1(3e), 163-168. Recuperado de http://www.rinace.net/riee/numeros/vol1-num3_e/reflexiones.html
- Sireci, S., y Faulkner-Bond, M. (2014). Validity evidence based on test content. *Psicothema*, 26(1), 100-107. <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.256>
- Smith, W. C., y Kubacka, K. (2017). The emphasis of student test scores in teacher appraisal systems. *Education policy analysis archives*, 25(86). <https://doi.org/10.14507/epaa.25.2889>
- Tabatabaee-Yazdi, M., Motallebzadeh, K., Ashraf, H., y Baghaei, P. (2018). Development and Validation of a Teacher Success Questionnaire Using the Rasch Model. *International Journal of Instruction*, 11(2), 129-144. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11210a>
- Verma, J. P. (2019). Application of Factor Analysis in Psychological Data. En *Statistics and Research Methods in Psychology with Excel* (567-588). Springer.

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Edna Luna Serrano. Licenciada y maestra en psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y doctora en educación por la Universidad Autónoma de Sinaloa (México). Investigadora en el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Su línea de investigación es evaluación educativa, en particular evaluación de la docencia y evaluación de la formación profesional.
E-mail: ednalunaserrano@gmail.com

Alma Delia Hernández Villafña. Licenciada en Ciencias de la Educación y Maestra en Ciencias Educativas por la Universidad Autónoma de Baja California, actualmente es estudiante del Doctorado en Ciencias Educativas en la misma universidad. Su línea de investigación es evaluación de la docencia en entornos presenciales y virtuales.
E-mail: alma.delia.hernandez.villafana@gmail.com

Dirección:
Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo,
Universidad Autónoma de Baja California
Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada. CP 22830
Ensenada, Baja California, México

Fecha de recepción del artículo: 25/03/2020

Fecha de aceptación del artículo: 04/11/2020

Fecha de aprobación para maquetación: 21/04/2020

La Política Editorial de la *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, se concreta en los siguientes criterios:

- **De la AIESAD. La RIED.** *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia se configura como el instrumento de la Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia* (AIESAD) para la difusión de trabajos de carácter científico, experiencias, convocatorias e información bibliográfica, dentro del ámbito de la enseñanza/aprendizaje abierto y a distancia en sus diferentes formulaciones y presentaciones.
- **Arbitrada.** La RIED es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de evaluación externa de revisión por pares (doble ciego), identificándose cada trabajo con un DOI (*Digital Object Identifier System*).
- **Periodicidad y formato.** La RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, tiene una periodicidad semestral (un volumen anual con dos números). Se edita en doble versión: impresa (ISSN: 1138-2783) y electrónica (E-ISSN: 1390-33061).
- **Idioma de los trabajos.** Podrán presentarse trabajos en lengua española, portuguesa e inglesa.
- **Requisitos.** Toda propuesta de colaboración deberá reunir los siguientes requisitos:
 - hacer referencia al campo de especialización propio de la RIED;
 - estar científicamente fundada y gozar de unidad interna;
 - suponer una ayuda para la profundización en las diversas dimensiones y ámbitos de la educación abierta y a distancia y de las TIC aplicadas a la educación.
 - Se primarán los trabajos sujetos al modelo IMyD (*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

Los saberes y competencias docentes en educación a distancia y digital. Una reflexión para la formación

MONOGRÁFICO:

Analítica del aprendizaje y educación basada en datos: Un campo en expansión

Evaluating Learning Transfer from MOOCs to Workplaces: A Case Study from Teacher Education and Launching Innovation in Schools

Data-driven educational algorithms pedagogical framing

El Proceso de Implementación de Analíticas de Aprendizaje

Analytics for Action: Assessing effectiveness and impact of data informed interventions on online modules

Evaluación del resultado académico de los estudiantes a partir del análisis del uso de los Sistemas de Control de Versiones

Predicción temprana de deserción mediante aprendizaje automático en cursos profesionales en línea

Beneficios de la aplicación del paradigma de líneas de productos software para generar dashboards en contextos educativos

Achievements and challenges in learning analytics in Spain: The view of SNOLA

Privacidad, seguridad y legalidad en soluciones educativas basadas en Blockchain: Una Revisión Sistemática de la Literatura

Consideraciones éticas en torno al uso de tecnologías basadas en datos masivos en la UNED

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

Resistencia docente al cambio: Caracterización y estrategias para un problema no resuelto

Violencia a través de las TIC: comportamientos diferenciados por género

Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: percepciones del profesorado

Desarrollo de un cuestionario de evaluación de la competencia docente en línea

